

IPM-strategier för kålmjöllusen *Aleyrodes proletella*- en skadegörare på tröskeln till Sverige

IPM- strategies for the cabbage whitefly *Aleyrodes proletella* – a new pest on the doorstep to Sweden

Johanna Weimers



Självständigt arbete • 15 hp

Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram

Alnarp 2016

IPM-strategier för kålmjöllusen *Aleyrodes proletella* - en ny skadegörare på tröskeln till Sverige

IPM-strategies for the cabbage whitefly *Aleyrodes proletella* – a new pest on the doorstep to Sweden

Johanna Weimers

Handledare: Belén Cotes, SLU, Institutionen för växtskyddsbiologi

Btr handledare: Lotta Nordmark, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Examinator: Marco Tasin, SLU, Institutionen för växtskyddsbiologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Kandidatarbete i biologi

Kurskod: EX0493

Program/utbildning: Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2016

Omslagsbild: Vladimír Motyčka, Czech Republic (<http://www.biolib.cz/en/image/id180354/>)

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: *Kålmjöllus*, *Aleyrodes proletella*, *invasiva skadegörare*, *Sverige*, *IPM*, *Integrerat växtskydd*, *Biologisk bekämpning*, *Naturliga fiender*

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

ABSTRACT

The cabbage whitefly, *Aleyrodes proletella* is a serious pest in cultivated brassicas, mainly kale and brussels sprouts, in Europe. Like other whiteflies, the immature stages feeds on the floem, sitting underneath the leaves and contaminating them with insect residues and honeydew where sooty molds grows. Since the middle of the 1990s a drastic increase of the pest has taken place, caused by a warmer climate, increased cultivation of winterrape where the species can overwinter and the withdrawal of certain insecticides. *Aleyrodes proletella* has previously only been seen on celandine, *Chelidonium majus*, in Sweden but in 2014 the first cabbage whitefly was found in cultivated kale. It is highly probable that *A. proletella* will become a serious pest with an invasive dispersal mechanism in southern Sweden.

Since 2014 all EU states conform to Integrated pest management (IPM). In this thesis all available feasible control tactics against *A. proletella* are reviewed. These include the manipulation of the host plant, the pest and the environment and are used to prevent or combat attacks. Preventive measures consist in agronomic measures and conservation biological control. Today the species is controlled mainly with chemical control, a method that is not sustainable in long terms. The use of insect nets can reduce attacks significantly but causes problems with weeding. There is a potential for biological control, mainly by banking plants with the parasitic wasps *Encarsia tricolor*, and for trap plants, biopesticides and development of a forecasting model.

A diversified agricultural landscape that provide less wintering habitats, more natural enemies and barriers of immigration are of great importance to prevent *A. proletella* to become invasive in Sweden

SAMMANFATTNING

Kålmjöllusen, *Aleyrodes proletella* är en allvarlig skadegörare i kålodling, främst brysselkål och grönkål, i Europa. Likt andra vita flygare sitter lössens nymfstadium på undersidan av bladen och suger växtsaft och kontaminerar dem med skalrester och honungsdagg där sotdaggssvampar kan tillväxa. Sedan mitten av 1990-talet har en drastisk ökning av skadegöraren ägt rum, p.g.a. ett varmare klimat, ökad odling av höstraps där arten kan övervintra samt indragningen av vissa insekticider. *Aleyrodes proletella* har tidigare bara observerats på skelört, *Chelidonium majus* i Sverige men 2014 hittades den första kålmjöllusen i odlad grönkål. Det är högst sannolikt att *A. proletella* kommer att bli en allvarlig skadegörare med en invasiv spridningsmekanism i södra Sverige.

Sedan 2014 tillämpar alla EU-stater integrerat växtskydd (IPM). I detta arbete görs en översyn av alla tillgängliga metoder för att bekämpa *A. proletella*. Dessa innefattar manipulation av värdväxten, skadegöraren och miljön och kan användas för att förebygga eller bekämpa angrepp. Förebyggande åtgärder består i odlingstekniska åtgärder samt bevarande biologisk bekämpning. Idag bekämpas arten främst med kemisk bekämpning, en metod som inte är långsiktigt hållbar. Insektsnät kan minska angreppen avsevärt men medför problem med ogrärensning. Potential finns för biologisk bekämpning, främst med bankplantor med parasitstekeln *Encarsia tricolor*, samt för fångstplantor, biopesticider och utveckling av en prognosmodell.

Ett diversifierat odlingslandskap som innebär mindre övervintringshabitat, fler naturliga fiender och barriärer som hindrar inflygning är av stor vikt för att hindra att *A. proletella* blir invasiv i Sverige

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Inledning.....	5
1.1	Syfte och avgränsning.....	6
1.2	Frågeställningar	6
2	Metod.....	6
3	Definitioner.....	7
3.1	Skadegörare	7
3.2	Invasiva arter.....	7
4	Odling av Kål i Europa och Sverige.....	8
5	Biologi och ekologi hos <i>Aleyrodes proletella</i>	9
5.1	Spridning.....	9
5.2	Livscykel	10
5.2.1	Övervintring.....	12
5.2.2	Flygbeteende och migration	13
5.2.3	Temperatures inverkan på livscykeln	13
5.3	Värdväxter	14
6	Skador & Ekonomisk betydelse.....	16
7	Nuvarande status i Europa och Sverige	17
7.1	Klimatförändringens påverkan	18
7.2	Förändrade kulturmetoder	19
7.3	Resistens och indragna insecticider	20
8	IPM – Integrerat växtskydd.....	21
9	IPM-strategi för <i>Aleyrodes proletella</i>	23
9.1	Manipulation av värdväxten	23
9.2	Manipulation av skadegöraren	24
9.2.1	Gula klisterskivor	24
9.2.2	Insektsnät.....	24
9.2.3	Biologisk bekämpning	25
9.2.4	Kemisk bekämpning	31
9.2.5	Tillsatser av biopesticider.....	33
9.3	Manipulation av miljön	34
9.3.1	UV-absorberande plastfilm	34
9.3.2	Fångstplantor	35
10	Diskussion	36
10.1	IPM-strategi mot <i>A. proletella</i>	37
10.2	Inokulativ Biologisk bekämpning – en framtida möjlighet?.....	40
10.3	Landskapsperspektiv och prognos	41
10.4	Forskningsbehov	41
10.5	slutsatser	42
11	Referenser:.....	43

1 INLEDNING

Kålmjöllusen, *Aleyrodes proletella* (Linnaeus, 1758)(Hemiptera: Aleyrodidae) är en inhemsk art i Sverige som hittills inte varit ett problem i kålodlingar. Sent på hösten 2014 hittades den första kålmjöllössen i en svensk kålodling i nordvästra Skåne och 2015 hittades enstaka löss på tre platser (Ragnarsson personligt meddelande). I Europa, framförallt i Tyskland, är *A. proletella* sedan mitten av 1990-talet ett mycket allvarligt problem i kålodling (Nebreda *et al.* 2005, Saucke *et al.* 2011, Springate & Colvin 2012 & 2013, Trdan *et al.* 2003). Problemet har på kort tid ökat i Tyskland och alla förutsättningar finns i södra Sverige för att problemet ska kunna bli lika allvarligt här.

Den stora ökningen tros bero på ett varmare klimat, ökad odling av höstraps och indragningen av insekticider (Collier & Collins 2013, Ganze & Harbrecht 2010, Richter 2010). Även resistens mot pyretroider har uppvisats hos populationer av kålmjöllöss (Springate & Colvin 2012). I Tyskland går *A. proletella* främst på grönkål och brysselkål, som står kvar länge i fält (Jansen 2011, Schultz *et al.* 2010, Springate & Colvin 2012 & 2013, Trdan *et al.* 2003). Detta gör att lössen kan övervintra där och i höstraps (Ludwig *et al.* 2014, Richter 2010). En farhåga finns om att arten skulle kunna övervintra på höstraps även i Sverige och flyga ut i nyplanterad kål på våren (Jordbruksverket 2015).

Aleyrodes proletella utgör i sig ett kvalitetsproblem, dessutom utsöndrar de honungsdagg där sotsvampar kan tillväxa (Springate & Colvin 2012, Richter & Hirthe 2014a). Lössens levnadssätt gör dem svårbekämpade, eftersom äggen läggs på undersidan av bladen och nymferna sitter still under ett skyddande hölje och suger på samma ställe (Butler 1938a, Richter & Hirthe 2014a, Ramsey & Ellis 1996).

I nuläget bekämpas kålmjöllusen med insekticider i Europa (Gulidov & Poehling 2013). I Sverige är färre medel godkända och det finns ett stort behov av alternativa strategier. En del av strategin är att utveckla och godkänna fler preparat, med tanke på utveckling av resistens (Ragnarsson personligt meddelande). Sedan 2014 tillämpar alla medlemstater i EU integrerat växtskydd (Jordbruksverket 2016a). Ett av målen för Sverige 2013-2017 är att utveckla uthålliga odlingssystem och därmed minska användandet av kemiska bekämpningsmedel (Landsbyggsdepartementet 2013).

Eftersom angrepp av kålmjöllus ännu inte är ett problem i Sverige finns det potential för att utveckla hållbara strategier och vidta preventiva åtgärder innan arten blivit ett problem här.

Det är av största vikt att studera tillgängliga metoder för att bekämpa *A. proletella* och vilka som kan tillämpas i Sverige.

1.1 SYFTE OCH AVGRÄNSNING

Syftet med detta kandidatarbete är att öka kunskapen i Sverige om strategier för att hantera och eventuellt undvika förväntade problem med kålmjöllusen, *A. proletella*, i södra Sverige. Det är viktigt att informera odlare om riskerna med potentiella invasiva skadegörare. Därför syftar detta arbete till att sammanställa potentiella IPM-strategier som kan användas av svenska kålodlare inför och under befarade angrepp av kålmjöllusen, *A. proletella*.

Arbetet är avgränsat så att resistensmekanismer hos kålplantor och arbetet med resistensförädling inte behandlas då dessa är långsiktiga strategier. Även betydelsen av skilda glukosinolat-innehåll i olika kålarter för skadegöraren och parasitoider har utelämnats. Ekologiska aspekter av *A. proletella* behandlas översiktligt eftersom arbetet fokuserar på praktiska metoder för kontroll. Kemisk bekämpning av arten kommer också att behandlas översiktligt.

1.2 FRÅGESTÄLLNINGAR

- Är det sannolikt att kålmjöllusen, *Aleyrodes proletella*, blir en skadegörare i södra Sverige?
- Hur kan *A. proletella* kontrolleras enligt en IPM-strategi?
- Vilka av dessa metoder är mest tillämpbara i kålodling i södra Sverige?

2 METOD

Arbetet är genomfört som en litteraturstudie, genom sökning i vetenskapliga artiklar, böcker och i kontakt med forskare och rådgivare. Dessutom har jordbruksverkets växtskyddscentral rådförats för att göra arbetet relevant för näringen.

De databaser som använts vid litteratursökning är Web of Science, Primo, google books och google scholar. De huvudsakliga sökorden har varit *Aleyrodes proletella*, kålmjöllus, Integrated Pest Management (IPM), Integrerat växtskydd, cabbage whitefly och biological control. I kartläggningen av naturliga fiender har även databaserna Fauna Europaea (de Jong, *et al.* 2014) och Universal Chalcidoidea Database (Noyes2015).

3 Definitioner

3.1 SKAdegörare

Definitionen av en skadegörare (eng. pest) är antropocentrisk, d.v.s. den utgår ifrån människan (Norris 2011). En skadegörare definieras som ***en organism som människan upplever hindrar hennes aktiviteter***. Ur ett ekologiskt perspektiv finns inte gruppen skadegörare, utan den består av organismer ur olika phylum – ogräs, leddjur, rundmaskar, blötdjur, patogener och ryggradsdjur (Norris 2011).

3.2 INVASIVA ARTER

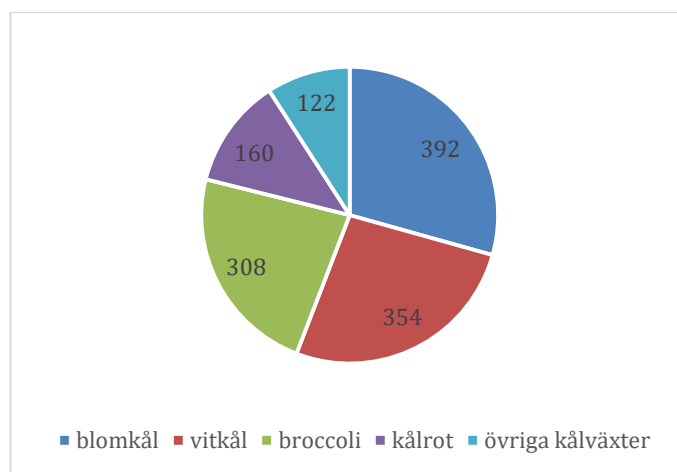
En invasiv art definieras som ***en icke-inhemsk art som upprätthåller självständande populationer över flera livscyklar och producerar fertil avkomma, ofta i väldigt stora antal vid betydande avstånd från föräldern/introduktionsplatsen och har förmåga att sprida sig över långa avstånd*** (Richardson *et al.* 2011). I tillägg till detta utgår den definition som stöds av stora internationella organ så som World Conservation Union (IUCN), Convention on Biological Diversity och World Trade Organization uttryckligen från att invasiva arter har en påverkan på ekonomi, miljö eller hälsa (Richardson *et al.* 2011). På så vis menas enbart invasiva *skadegörare*.

Definitionen ovan innefattar uteslutande icke-inhemsk art. Processen som påverkar den lokala spridningen och etableringen i ett nytt område kan vara oberoende av artens ursprung - inhemsk eller icke-inhemsk (Thompson *et al.* 1995). Huruvida en inhemsk art kan definieras som invasiv är dock en omtvistad fråga (Colautti & MacIsaac 2004). I USA definieras en invasiv art som ***en organism som inte är inhemsk för ett partikulärt ekosystem och orsakar eller har möjlighet att orsaka ekonomisk eller miljömässig skada, eller skada på människors hälsa*** (The White House 1999 i Venette & Koch 2009).

4 ODLING AV KÅL I EUROPA OCH SVERIGE

I norra och centrala Europa utgjorde den hortikulturella odlingen av kålväxter drygt 27 % av den totalt odlade arealen av frilandsgrönsaker under perioden 2000-2003 (PURE 2016).

I Sverige finns den största delen av grönsaksodlingen på friland i Skåne, där den utgör 72 % av den totala odlade grönsaksarealen och motsvarar 70 % av det totala skördeutbytet (Statens Jordbruksverk/Persson 2015a). Den totala arealen köksväxter på friland i Sverige 2014 var 8456 hektar, varav ca 16 % av ytan, 1336 hektar, var odling av olika slag av kålväxter (figur 1). Vitkål och broccoli upptog den största arealen. Utöver den konventionella odlingen upptogs 1523 hektar av ekologisk odling av trädgårdsväxter 2014. År 2011 var samma siffra 871 hektar, varav 215 hektar i Skåne.



Figur 1. Kålodling i Sverige uppdelat på grödor. Antal hektar konventionell odling, 2014 (bearbetad från Statens Jordbruksverk/Persson 2015a)

Statistik över andra kålsorter, inklusive brysselkål och grönkål har stora felmarginaler och publiceras därför inte. Med detta i åtanke uppges arealen för ”övriga kålväxter”(utöver vitkål, rödkål, kålrot, broccoli och blomkål) var 77 ha 2014 i Skåne, varav 38 hektar grönkål (troligtvis underskattningar på ca 20 %) (Persson personligt meddelande). Arealen för grönkål i hela Sverige var 48 hektar 2014. Enligt Ragnarsson (personligt meddelande) har perioden i fält för brysselkål och grönkål blivit länge och grödorna skördas först i december/januari.

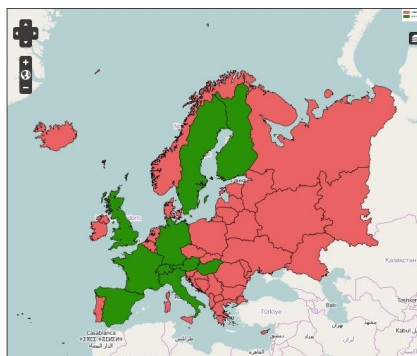
Det totala värdet av alla köksväxter på friland i Sverige år 2014 var 1 224,7 miljoner kronor (Statens Jordbruksverk/Persson 2015b). I detta ingår till värde av; blomkål (41,6 milj. kr.), broccoli (43,7 milj. kr), kålrot (18,3 milj. kr), vitkål (46,5 milj. kr) miljoner kronor. Övriga köksväxter, där övriga kålsorter ingår motsvarar ett värde av 142,1 miljoner kronor 2014

5 BIOLOGI OCH EKOLOGI HOS *ALEYRODES PROLETELLA*

Tidigare namn på Kålmjöllusen, *Aleyrodes proletella* är *Aleurodes brassicae* Koch och *Aleyrodes brassicae* Walker (EPPO Global Database 2016). *Aleyrodes proletella* tillhör familjen Aleyrodidae, mjöllöss, ordningen Hemiptera, halvvingar, klassen Insecta, insekter och phylum Arthropoda, leddjur (EPPO Global Database 2016, Jörgensen *et al.* 1987). Aleyrodidae består av 1556 hittills beskrivna arter av mjöllöss (Martin & Mound 2007). Forskning har fokuserat på arterna *Bemisia tabaci* och *Trialeurodes vaporariorum* på grund av deras stora betydelse som skadegörare i växthus (Collier & Collins 2013). De studier som gjorts på *A. proletella* utfördes på 1930-talet (Butler 1938a & b) vilket gör att det finns behov av mer studier om artens biologi och ekologi (Alonso *et al.* 2009).

5.1 SPRIDNING

Kålmjöllusen, *A. proletella* är en vida spridd skadegörare på kålväxter och har troligtvis spridit sig med hjälp av handel till stora delar av världen (Martin *et al.* 2000). *Aleyrodes proletella* förekommer i tempererade miljöer, i den palearktiska regionen (De Barro & Carver 1997, Martin *et al.* 2000, Mound & Halsey 1978). Den är välspridd i Europa (Martin *et al.* 2000, Hill 1986, Ramsey and Ellis 1996) där den har rapporterats från Tyskland, Tjeckien, Slovakien, Storbritannien, Finland, Frankrike, Ungern, Italien, Polen, Ryssland, Spanien, Sverige, Schweiz, Jugoslavien, Österrike (Mound & Halsey 1978), Nederländerna (Jansen 2011), Estland, Lettland och Litauen (Malumphy & Ostrauskas 2013, Hulden 1986), Danmark och Rumänien (Hulden 1986). Inrapporterade och identifierade fynd till databasen Fauna Europaea finns dock bara från en del av dessa länder, se figur 2.



Figur 2. *Aleyrodes proletella*s spridning i Europa enligt inrapporterade och identifierade exemplar till Fauna Europaea (de Jong *et al.* 2014).

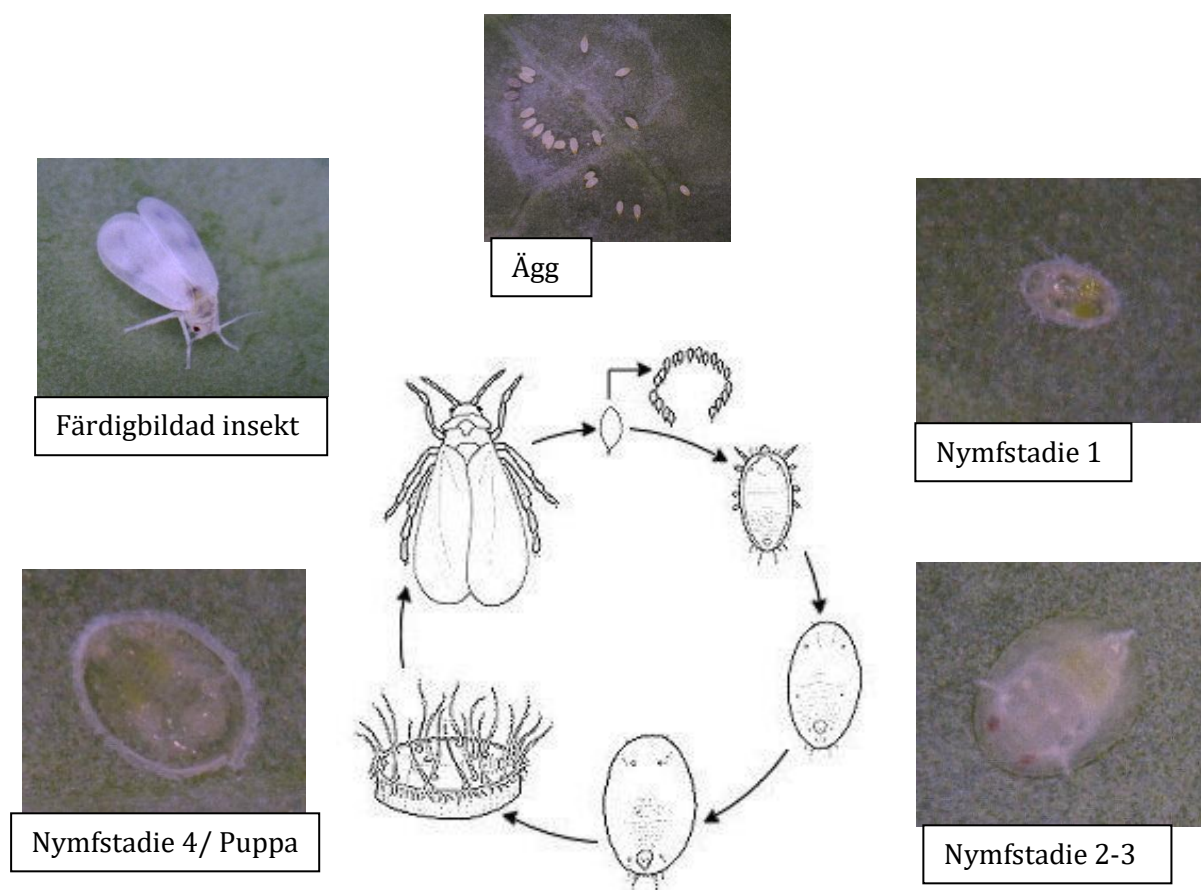
Aleyrodes proletella är inhemskt i Sverige och har länge funnits på skelört, *Chelidonium majus* L. (Papaveraceae), andra ogräs samt på kålväxter (Nedstam 2007, Nedstam & Jansson 2014, Gertsson 1991). I en kartläggning genomförd av Sveriges entomologiska förening 2003 hittades *A. proletella* främst på skelört i 12 landskap (Skåne, Halland, Blekinge, Småland, Öland, Gotland, Östergötland, Bohuslän, Närke, Södermanland, Uppland och Värmland) (Sveriges Entomologiska förening 2005, Gertsson personligt meddelande).

Utanför Europa finns arten närvarande i växthus och i kommersiella kålodlingar i Afrika, Asien, Australien, Nya Zeeland, USA, Sydamerika (Alonso *et al.* 2009) och Nordamerika (Martin *et al.* 2000). Den har rapporterats från Kanarieöarna, Egypten, Angola, Kenya, Marocko, Mocambique, Brasilien, Nya Zeeland (Mound & Halsey 1978), Bermuda (Nakahara & Hilburn 1989), Irak, Indien (De Barro & Carver 1997), Kap Verde, Sydafrika, Taiwan, Australien och östra USA (Martin *et al.* 2000, Hill 1986). Nyligen har *A. proletella* även hittats i Kinas inland (Miao-Miao *et al.* 2015).

5.2 LIVSCYKEL

Aleyrodes proletellas livscykel (figur 3) liknar andra vita flygares och omfattar ett ägg, fyra nymfstadier och en färdigutvecklad insekt (Ramsey & Ellis 1996). Övervintrande vuxna honor dyker upp efter vinterdvala under tidig vår och lägger ägg i cirkelmönster på undersidan av kålblad (Butler 1938a). Vid stigande temperatur (ca 10°C) på våren induceras äggläggningen hos de övervintrande honorna (Iheagwam 1978 i Collier & Collins 2013). Äggen kläcks till krypande nymfer som är aktiva i ca tre dagar. Nymferna förflyttar sig några centimeter på bladytan tills de hittar en passande plats att suga växtsaft. Benen tillbakabildas då och nymfen övergår till det fastsittande andra stadiet, som följs av ytterligare två stadier. Det fjärde nymfstadiet kallas även för puppa och under denna period slutar nymfen äta och omvandlas till en vuxen insekt (Ramsey & Ellis 1996).

Under de förhållanden som råder i Storbritannien och Tyskland kläcks äggen efter ca en vecka och de vuxna kläcks ur pupporna tre till fyra veckor senare (Butler 1938a, Richter & Hirthe 2014a). De första vuxna insekter som invaderar fält har observerats i mitten av maj-början av juli (Collier & Collins 2013, Richter 2010, Richter & Hirthe 2014a). I en tysk studie var inflygningen som störst i juni månad (Ludwig *et al.* 2014). Försök i Storbritannien visar att inflygningen till grödan kan pågå i över en månad och fortsätta in i augusti (Springate & Colvin 2013).



Figur 3. Livscykel hos kålmjöllusen, *A. proletella*. (Tecknad illustration: © Koppert Biological Systems (<http://www.koppert.com/pests/whiteflies/>), Foto: S. Springgate, NRI.)

De färdigutvecklade insekterna parar sig direkt efter kläckning ur puppan och några dagar senare börjar äggläggningen som fortsätter tills honan dör några månader senare (Butler 1938a). Hanar lever vanligen bara 10 dagar efter parning. En hona lägger mellan 40-400 ägg under sitt liv (Tölle-Nolting 2015). I ett fältexperiment i Storbritannien var äggläggningstiden 33 dagar (Collier & Collins 2013). Hela Livscykeln tar ca 23 dagar vid 20°C, vilket innebär att generationerna överlappar och är svåra att räkna exakt (Butler 1938a, Collier & Collins 2013). Kålmjöllusen genomför 3-5 generationer per år i England (Ramsey & Ellis 1996, Collier & Collins 2013), 4-5 generationer i Tyskland och Nederländerna (Jansen 2011, Hill 1987 i Tölle-Nolting 2015). De många generationerna leder till en kumulativ utveckling av populationsstorleken som når sitt maximum på sensommaren (Alonso *et al.* 2009, Collier & Collins 2013, Richter & Hirthe 2014a, Trdan *et al.* 2003). I Tyskland kunde över 60 000 nymfer/planta observeras i september 2010 (Richter & Hirthe 2014a). I Sverige har tidigare uppgivits att *A. proletella* genomför två generationer/år på vilda växter (Hulden 1986).

5.2.1 Övervintring

Kålmjöllusens reproduktion fortsätter till slutet av september (Collier & Collins 2013).

Vinterdvala initieras när det andra nymfstadiet utvecklas under enfotoperiod med mindre än $15\frac{3}{4}$ timmars ljus ($L15\frac{3}{4}:D8\frac{1}{4}$). Detta inträffar i slutet av juli och innebär att de honor som kläcks i slutet av september inte utvecklar fullständiga ägglägningsapparater utan går i dvala över vintern (Adams 1985). Äggläggning kan dock fortsätta under milda vintrar.

Övervintrande honor kan överleva temperaturer på -18°C under korta perioder medan hanar dör när temperaturen faller (Adams 1985). Det har föreslagits att även sena nymfstadier kan övervintra (Iheagwam 1977) och Butler (1938b) visade att puppor kan överleva temperaturer på 0°C .

I Tyskland övervintrar *A. proletella* på höstraps, ogräs eller kålsorter som odlas över vintern (Richter 2010, Richter & Hirthe 2014a). I norra Tyskland är det bara några få grödor eller ogräs ur kålfamiljen som växer under vintern, vilket indikerar att *A. proletella* övervintrar på höstraps (Richter & Hirthe 2014b). Fältstudier från Storbritannien stödjer inte teorin om att övervintring sker i höstraps, eftersom man inte fann *A. proletella* i rapsfält förrän i juli, varken i april eller i juni (Collier & Collins 2013). Detta kan dock bero på att fältet skadades hårt av duvor. Större antal honor hittades nära fältkanterna, vilket kan tyda på att de immigrerat från vilda växter (Collier & Collins 2013 & 2014).

Vilka faktorer som avgör när vinterdvalan bryts är inte klargjort (Collier & Collins 2013). Köld har visat sig förkorta vinterdvalan och temperaturer över 25°C har förhindrat att den inleds (Iheagwam 1977). Det är troligt att en mängd samverkande faktorer leder till att honorna kommer ur vinterdvalan (Collier & Collins 2013).

Kolonisering av sommarvärdar sammanfaller vanligtvis med att den första generationen vuxna insekter kommer ut ur pupporna (Butler 1938a, Collier & Collins 2013). Därför tros den första generationen utvecklas på vintervärden och de fullbildade insekterna migrera och kolonisera sommarvärdar. I Tyskland har observerats att den första generationen utvecklas i rapsfält och i samband med att rapsen mognar i maj/juni migrerar de till framför allt brysselkål där en massreproduktion sker (Richter & Hirthe 2014a). Dock visar fältförsök från Storbritannien 2013 med övervintrande brysselkål att de första vuxna individerna inte kom ur pupporna förrän i juli och att äggen på nyplanterade plantor kom redan i maj (Collier & Collins 2013). Detta indikerar att de övervintrande honorna kan lägga ägg direkt på sommarvärden.

5.2.2 Flygbeteende och migration

Kålmjöllusen är mest aktiv på morgonen (Tölle-Nolting 2015). När kålmjöllössen når en värdväxt sätter de sig på undersidan av bladen (Butler 1938a). De sitter sedan kvar på samma blad i resten av sina liv, bortsett från korta tidsperioder då de förflyttar sig till nya ställen på bladytan (Butler 1938a). Om bladen blir överfulla eller vissnar flyttar mjöllössen vidare uppåt till yngre blad eller till nya plantor (Butler 1938a). Vuxna och ägg hittas främst på unga blad (Richter 2010, Trdan *et al.* 2003), medan puppor och tomma skalrester finns på äldre blad längre ner på stammen (Collier & Collins 2013, Richter 2010). När temperaturerna faller har insekter observerats migrera till mer skyddade platser inom plantor och till kålsorter som erbjuder mer skydd, t.ex. från broccoli till savojkål (Butler 1938a).

Dingle (1996) urskilde två olika typer av spridning hos insekter – trivial flygning och migration. Trivial flygning sker över kortare avstånd, vanligen mellan värdväxter. Flygnigen sker i riktning mot värdväxter och framkallas av dragning till gröna/gula våglängder (400-600 nm). Vid migration attraheras insekterna av något annat, t.ex. ljuset från himlen. Detta gör att insekten flyger upp och ut ur vegetationen. Två olika morfer av den besläktade mjöllusen *Bemisia tabacci* har urskilts som skiljer sig åt i flygbeteende (Bryne *et al.* 1996). Sommarmorfen flyger bara kortare avstånd och återvänder snabbt till vegetationen, medan höstmorfen som går in i vilostadium har visat ett ökat flygbeteende över längre avstånd och på högre höjder. Insekter i detta stadium har även visat sig attraherats till belysning från ovan, vilket inte har observerats hos individer som inte går in i dvala (Iheagwam 1977b i Collier & Collins 2013).

Avståndet som *A. proletella* kan flyga vid migration har inte fastställts men är troligtvis beroende av vind (Collier & Collins 2013). Då temperaturtröskeln för flygning har fastställts till 9°C antas övervintrande honor stanna på samma plats från att temperaturerna faller på hösten tills det blir varmare igen på våren.

5.2.3 Temperaturens inverkan på livscykeln

Främst temperaturen i fält avgör antalet generationer av *A. proletella* som bildas under en säsong (Butler 1938a, Collier & Collins 2013). Den lägre tröskeln för utveckling är 6,88 - 10,4° C beroende på utvecklingsstadium och den övre tröskeln är 33°C (Alonso *et al.* 2009). Dock lyckades inte ägg färdigutvecklas till vuxna vid temperaturer under 16°C. Antalet ägg som varje hona lägger ökar proportionellt med temperaturen (Butler 1938a) och äggen kläcks snabbare vid varmare förhållanden (Alonso *et al.* 2009). Utvecklingen av övriga livsstadier

går dock snabbare upp vid 28°C än vid 30°C och optimala temperaturer varierar mellan 28-33°C beroende på utvecklingsstadium (Alonso *et al.* 2009). Utvecklingstiden från ägg-vuxen tar 46-47 dagar vid 16°C och 19 dagar vid 28 °C, men den minskar inte lika snabbt (dagar/ökad grad) vid temperaturer över 26°C.

Höga temperaturer och regn är kända faktorer som kan saktar in generationsutvecklingen hos insekter, dessa har dock inte observerats påverka *A. proletella* (Tölle-Nolting 2015). På sensommaren när massutbrotten inträffar går utvecklingen som snabbast och tar bara 3 veckor (Alonso *et al.* 2009, Richter 2010).

5.3 VÄRDVÄXTER

Kålmjöllusen är en polyfag art som föredrar olika arter från Brassicaceae (Gulidov & Poehling 2013, Hill 1986; Martin *et al.* 2000) och i andra hand arter ur Asteraceae (Martin *et al.* 2000). Arten koloniserar örtartade växter ur många andra familjer – Apiaceae, Balsaminaceae, Berberidaceae, Campanulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Fagaceae, Papaveraceae, Ranunculaceae och Scrophulariaceae (Mound & Halsey 1978, De Barro & Carver 1997, Leopold *et al.* 2008). En sammanställning av värdväxter finns i tabell 1.

Aleyrodes proletella föredrar växter med mjölksaft (Hulden 1986) och hittas oftast på växter med mjuka blad (Martin *et al.* 2000). Skelört, *Chelidonium majus*, verkar vara huvudsaklig värdväxt i Finland (Hulden 1986), Litauen (Malumphy *et al.* 2010) och även hittills i Sverige (Gertsson personligt meddelande) och arten har inte observerats på kål i dessa länder. Även när kålväxter i Litauen vuxit några meter ifrån plantor av *C. majus* med enorma mängder *A. proletella* har mjöllössen inte koloniserat kålplantorna (Malumphy *et al.* 2010).

Av odlade grödor är det främst kålväxter som angrips, främst brysselkål och grönkål (Jansen 2011, Schultz *et al.* 2010, Springate & Colvin 2012 & 2013, Trdan *et al.* 2003). Även broccoli, blomkål, rödkål, vitkål, savojkål och kålrabbi angrips (De Barro & Carver 1997, Ganze & Harbrecht 2010, Leopold *et al.* 2008, Richter & Hirthe 2014a). Arten har också orsakat problem i växthusodling av gerbera i Nederländerna (Jansen 2011).

Aleyrodes proletella har observerats övervintra på höstraps, *Brassica napus* L. ssp. *Napus*, i Tyskland (Ludwig *et al.* 2014), men har hittills inte varit en skadegörare på grödan (Richter 2010). Eftersom *A. proletella* är anpassad till ett varmare klimat och snabbt kan anpassa sig till nya miljöförhållanden är det troligt att den kommer att sprida sig även till rapsodling (Tölle-Nolting 2015).

Tabell 1. *Aleyrodes proletellas* värdväxter.

Värdväxter	Referens/Land
<p>Främst: kål, brysselkål, blomkål, broccoli & grönkål</p> <p>Alternativt: Kålrot, majrova, senap, vilda korsblommiga växter, många korgblommiga växter m.fl.</p>	Hill (1986)
<p>Brassicaceae: <i>Brassica balearica</i>, <i>Brassica cretica</i>, <i>Brassica incana</i>, <i>Brassica macrocarpa</i>, <i>Brassica robertiana</i>, <i>Brassica tinei</i>, <i>Brassica oleracea</i>, <i>Cherianthus</i> sp., <i>Lepidium latiolium</i></p> <p>Apiaceae: <i>Acanthocephalus benthamianus</i>, <i>Cephalorrhynchus</i> sp., <i>Inula</i> sp., <i>Steptorhamphus crambifolium</i>, <i>Cichorium</i> sp., <i>Lactusa muralis</i>, <i>Lactusa triangulata</i>, <i>Lapsana communis</i>, <i>Mutisia acutifolium</i>, <i>Prenanthes purpurea</i>, <i>Sonchus arvensis</i>, <i>Sonchus oleraceus</i>, <i>Sonchus</i> sp., <i>Taraxacum officinale</i></p> <p>Andra familjer: <i>Impatiens parviflora</i> (Balsaminaceae) ; <i>Bongardia chrysogonum</i> (Berbediaceae) ; <i>Codonopsis clematidea</i>, <i>Ostrowskia magnifica</i> (Campanulaceae) ; <i>Euphorbia Peplus</i> (Euphorbiaceae) ; <i>Quercus robur</i> (Fagaceae) ; <i>Vicia faba</i> (Fabaceae) ; <i>Chelidonium majus</i> (Papaveraceae) ; <i>Aquilegia montana</i>, <i>Aquilegia lactiflora</i>, <i>Thalictrum minus</i> (Ranunculaceae) ; <i>Linaria</i> sp. (Scrophulariaceae) ; <i>Laser trilobus</i>, <i>Petroselinum</i> sp. (Umbelliferae)</p>	Mound & Halsey (1978)
<p>Främst: Skelört, <i>Chelidonium majus</i></p> <p>Alternativt: Vargtörel, <i>Euphorbia esula</i>, skogssallat, <i>Mycelis muralis</i></p>	Hulden (1986)/Finland
<p>Främst: Skelört, <i>Chelidonium majus</i></p> <p>Alternativt: Molkesläktet, <i>Sonchus</i> sp. (Asteraceae) ; Kålmolke, <i>Sonchus oleraceus</i> L. <i>Lactuca</i> sp. (Asteraceae) ; Källfränen, <i>Nasturtium</i> sp. (Brassicaceae); Luddunört, <i>Epilobium parviflorum</i> (Onagraceae)</p>	Malumphy <i>et al.</i> (2009 & 2010)/Litauen
<p>Brassica oleracea: salladskål, broccoli, blomkål, kålrabbi</p> <p><i>Cherianthus</i> sp., <i>Taraxacum dens-leonis</i>, <i>Sonchus oleraceus</i></p>	Butler (1938a)/ Växthusexperiment, Storbritannien
<p>Främst: fodermärgkål, <i>Brassica oleracea</i> var. <i>medullosa</i>, savojkål <i>Brassica oleracea</i> var. <i>sabauda</i> och grönkål <i>Brassica oleracea</i> var. <i>sabellica</i>.</p> <p>Längre attraktionskraft: kålmolke, <i>Sonchus oleraceus</i>; skelört <i>Chelidonium majus</i></p> <p>Den vilda växten frisésallat, <i>Cichorium endivia</i> var. <i>crispum</i> var attraktiv i burförsök men inte i fältförsök</p>	Hondelmann <i>et al.</i> 2015/ Växthusexperiment, Tyskland
<p>Främst: Skelört, <i>Chelidonium majus</i></p> <p>Anternativt: skogssallat, <i>Lactusa muralis</i> ; kålmolke, <i>Sonchus oleraceus</i> ; åkermolke <i>S. arvensis</i> ; olika <i>Brassica</i>-arter</p>	Ryberg (1938 i Gertsson 1987)/Sverige

6 SKADOR & EKONOMISK BETYDELSE

Aleyrodes proletella orsakar dels direkta skador på kålväxter genom att suga växtsaft, dels indirekta skador genom att utsöndra honungsdagg där sotdagg kan tillväxa, figur 4 (Richter & Hirthe 2014a, Springate & Colvin 2012). Floemsugandet har enligt fältförsök orsakat signifikant lägre skörd (Trdan *et al.* 2003) och kan orsaka gulnande blad och bladavfall (Tölle-Nolting 2015). Honungsdaggen ger ett klabbigt lager på bladytan och kontamineras med vax eller rester av djur och är ofta mer betydelsefullt än floemsugandet, framför allt på grund av sotdaggssvampen som drastiskt försämrar kvaliteten på skörden (Ramsey & Ellis 1996, Tölle-Nolting 2015). Grönkål och kålrabbi blir osäljbar bara av insekternas närvaro (Richter & Hirthe 2014a). Den ekonomiska förlusten orsakad av *A. proletella* är över 10 % i vissa delar av Tyskland (Ganze & Harbrecht 2010).



Figur 4. Rester av grönkål, mjöllöss på grönkål och sotdaggssvamp (Foto: S. Springate, NRI)

Besläktade mjöllössarter, framförallt *Bemisia tabaci*, är kända vektorer för ett stort antal växtvirus, främst i tropikerna (Brown & Czosnek 2002). *Aleyrodes proletella* har ännu inte beskrivits som en vektor för virus (De Barro & Carver 1997, Ramsey & Ellis 1996, Springate & Colvin 2012). Tölle-Nolting (2015) nämner dock *A. proletella* som en vektor för BNYSV, Broccoli necrotic yellow virus.

I Sverige har inga skador på kålplantor rapporterats hittills (Ragnarsson personligt meddelande). På skelört, *C. majus*, kan bladen bli bleka om många puppor sitter på dem, men inga märkbara skador har observerats (Hulden 1986, Malumphy *et al.* 2010).

7 NUVARANDE STATUS I EUROPA OCH SVERIGE

I Europa var *A. proletella* tidigare en mindre skadegörare på kål, framförallt brysselkål och broccoli (Butler 1938a, De Barro & Carver 1997). Arten var främst ett problem i hemträdgårdar (De Barro & Carver 1997, Jansen 2011, Ramsey & Ellis 1996) och förekom oftast bara lokalt i kålgrödor fram till 1995, även om den var vanlig på skelört, *C. majus* (Jansen 2011). Dock var arten en viktig skadegörare i Italien redan på 1980-talet och listades som en av de viktigaste och vidspridda skadegörarna inom Aleyrodidae i de varmare delarna av världen (Alonso *et al.* 2009).

Sedan 1970 talet har arten ökat kontinuerligt i centrala Europa och sedan mitten av 90-talet har en snabb ökning observerats (Rijn *et al.* 2008). *Aleyrodes proletella* är i nuläget en allt viktigare skadegörare på kålväxter i grönsaksproduktion i Europa, speciellt i Tyskland (Nebreda *et al.* 2005, Saucke *et al.* 2011, Springate & Colvin 2012 & 2013, Trdan *et al.* 2003). Angrepp i kålfält har också rapporterats från bl.a. Storbritannien (Alonso *et al.* 2009, Springate & Colvin 2012 & 2013). I Nederländerna rapporterades arten först öka i privata grönsaksodlingar, sedan kom problemet till växthus och kommersiella kålodlingar (Jansen 2011). Problemen är värst i nordöstra delarna av Tyskland, men arten är sedan flera år ett problem även i södra och västra delarna av landet (Richter & Hirthe 2014a). I Nederländerna är arten ett stort problem i regionen kring Rotterdam medan populationerna i övriga delar av landet förblivit små (Jansen 2011). *Aleyrodes proletella* är inte en viktig skadegörare i växthus (De Barro & Carver 1997) men har angripit gerbera i växthus Nederländerna (Jansen 2011) och växthusgurka i Ryssland 2005 (Yarkulov 2008).

I Sverige hittades den första kålmjöllusen sent på hösten 2014, i en grönkålsodling norr om Helsingborg (Jordbruksverket 2015, Ragnarsson personligt meddelande). Under 2015 hittades enstaka kålmjöllöss på tre platser i Skåne - norr om Helsingborg och norr om Lund i slutet av sommaren och söder om Malmö redan i juni.

Orsakerna till den snabba ökningen av *A. proletella* i Europa är inte känd (Richter & Hirthe 2014a, Collier & Collins 2013), men tros vara en kombination av klimatförändring, indragningen av vissa insekticider och ändrade kulturmetoder (Collier & Collins 2013, Ganze & Harbrecht 2010, Richter 2010).

7.1 KLIMATFÖRÄNDRINGENS PÅVERKAN

Det förändrade klimatet innebär att jordens medeltemperatur blivit 1°C varmare under de senaste hundra åren, en utveckling som tros fortsätta (Tölle-Nolting 2015). Det är framför allt de kalla perioderna som blir varmare, vilket innebär mildare vintrar och nätter. Även mängden häftiga regn på sommar, vår och höst förväntas öka, liksom antalet värmeböljor och perioder av torka. Klimatförändringen kommer dock att variera regionalt (Tölle-Nolting 2015). Skåne kan fram till år 2100 förvänta sig en ökning av årsmedeltemperaturen med 4-5°C (Länsstyrelsen Skåne 2016). Motsvarande ökning i Lower Saxony i norra Tyskland är 2°C (Hartmann *et al.* 2013 i Tölle-Nolting 2015). I Skåne kommer extrema värmeböljor att inträffa vart tredje till femte år med temperaturer upp emot 40°C samtidigt som nederbörden förväntas öka med ca 15 % till år 2100 (Länsstyrelsen Skåne 2016). Det är framförallt vintrarna som blir regnigare medan somrarna blir torrare.

Generellt leder ökad temperatur till snabbare generationsutveckling hos insekter och deras naturliga fiender (Tölle-Nolting *et al.* 2012). Vid mycket höga temperaturer kan dock utvecklingen hämmas och dödligheten öka. Det har också visat sig att parasitoidernas effektivitet kan öka vid höga temperaturer (Tölle-Nolting *et al.* 2012).

I Slovenien har observerats att högre medeltemperatur ledde till tidigare närvaro av *A. proletella* i kålfält, kortare generationstid och fler generationer per säsong (Trdan *et al.* 2003). Utbrotten i Tyskland och Storbritannien har varit allvarigare torra och varma år som 2003, 2006 och 2010 (ADHB Horticulture 2014, Tölle-Nolting 2015). Under den milda vintern 2000/2001 sågs aktiva vuxna honor på brysselkål på friland i Slovenien (Trdan *et al.* 2003).

Tölle-Nolting (2015) testade klimatförändringens effekter på *A. proletella* genom att simulera värmeböljor, höga temperaturer, skyfall och torka i en klimatkammare. Ingen ökad dödlighet kunde ses när alla livsstadier utsattes för upprepade värmeperioder, utan den enda effekten var snabbare utveckling från ägg till nymf (Tölle-Nolting 2015). För att utreda om populationsökningen orsakades av förändrade växtnäringsämnen och metaboliter utsattes glukosinolater för värmevågor och analyserades, men värmebehandlingen hade ingen effekt på glukosinolaterna.

Effekten av milda och stränga vintrar undersöktes i uppvärmda och icke uppvärmda växthus över vintern med brysselkål, *A. proletella* och parasitoiden *Encarsia tricolor* Foerster (Hymenoptera: Aphelinidae) (Tölle-Nolting 2015). *Aleyrodes proletella* överlevde bäst i de icke uppvärmda växthusen, men när äggläggningen började i februari gick utvecklingen

mycket fortare i de uppvärmda. Inga individer av *E. tricolor* eller nymfstadium av *A. proletella* överlevde vintern.

Försöken visade att häftiga regn inte påverkade nymfer, medan vuxna insekter påverkades om regnen var häftiga, d.v.s. 6 liter/min/m² (Tölle-Nolting 2015). Hälften av äggen förstördes vid alla testade regnnivåer (0,6; 2 & 6 liter/min/m² i 20 minuter) och även äggläggningen minskade efter att honorna upplevt ett häftigt regn. Enligt observationer från Slovenien påverkade inte den stora mängden nederbörd under delar av hösten 2000 antalet mjöllöss på Brysselkål (Trdan *et al.* 2003).

I försök med simulerad torka (<15% av vattenhållande förmåga) och vattenstress (>80% vattenhållande förmåga) såg Tölle-Nolting (2015) att allvarliga perioder av torka minskade äggläggningen och att de insekter som utvecklades under denna period var mindre. Även plantorna var signifikant mindre när de växte under torkstress och C/N kvoten minskade. Vattenstress hade ingen effekt på plantor eller insekter (Tölle-Nolting 2015).

Resultaten från försöken talar för att *A. proletella* kommer att öka i omfattning och bli en allt viktigare skadegörare (Tölle-Nolting 2015).

7.2 FÖRÄNDRADE KULTURMETODER

En av orsakerna till ökningen av *A. proletella* är att den odlade ytan höstraps ökat de senaste åren (Ganze & Harbrecht 2010, Richter 2010). I Tyskland täcks över 20 % av jordbruksytan av höstraps i vissa regioner (Richter & Hirthe 2014b). I Skåne täcktes 10,3 % av jordbruksmarken med höstraps år 2014 (Persson personligt meddelande). Höstraps i närheten av kålfält verkar vara en ideal kultur för övervintring för *A. proletella* (Ganze & Harbrecht 2009, Richter 2010). Delvis beror detta på att insekterna sitter skyddade från insekticider på undersidan av bladen (Ludwig *et al.* 2014). Den första generationen tros även utvecklas på vintervärden (Richter & Hirthe 2014a). Andra förändringar i kulturmetoder som påverkar *A. proletella* är ökad odling av vinterkål, intensiv växtföljd och odling av kål i anslutning till rapsfält (Ganze & Harbrecht 2010).

Ludwig *et al.* (2014) undersökte 19 ekologiska gårdar omgivna av olika andel rapsodling, med avseende på den initiala koloniseringen av brysselkål i juli och i angreppsnivåer strax före skörd i oktober. Även förekomsten av naturliga fiender undersöktes. Korrelationen mellan förekomsten av *A. proletella* och rapsodling var förvånansvärt svaga och uppvisade stor variation - gårdar med mycket raps och lite angrepp och gårdar med lite raps och mycket

angrepp (Ludwig *et al.* 2014). Dock fanns det en trend att rapsodling ökade kolonisationen av brysselkål (dock ej signifikant), då antalet äggsamlingar ökade med andelen raps inom 750 meters radie. Den maximala insektsmängden i oktober ökade (signifikant) med mängden raps inom en radie på 1000 meter, men inte med 500 eller 750 meters radie (Ludwig *et al.* 2014). En förklaring till detta kan vara att mjöllöss kan flyga relativt långa avstånd även när värdväxter finns tillgängliga (Ludwig personligt meddelande). Ingen effekt kunde ses på parasitoiden *E. tricolor*, troligtvis p.g.a. dess känslighet för insekticider och frånvaron av mjöllusnymfer på höstraps där parasitoiden kan övervintra (Ludwig *et al.* 2014).

Anmärkningsvärt var att gården med mest störst andel rapsodling i sin närhet hade låg närvaro av *A. proletella* (Ludwig *et al.* 2014). Forskarna föreslår att detta förklaras med den lokala landskapsutformningen, då gården låg i en dal omgiven av träd på tre sidor och av en stad på den fjärde. Det verkar som om skogspartierna utgjorde en barriär för inflygande insekter. De flesta andra gårdar i studien låg i storskaliga landskap. Utökade studier som innefattar större landskapskalor, temperatur, vindriktning och vindstyrka pågår (Ludwig *et al.* 2014).

7.3 RESISTENS OCH INDRAGNA INSEKTICIDER

Utöver klimatfaktorer och förändrade odlingsmönster kan indragningen av organofosfat-insekticider haft inverkan på ökningen av *A. proletella* i Europa (Springate & Colvin 2012 & 2013). Det är även troligt att alla neonicotinoider kommer att förbjudas av EU-kommissionen inom en snar framtid (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit i Tölle-Nolting 2015).

Springate och Colvin (2012) fann resistans mot pyretroider hos flera populationer av insamlade mjöllöss, från två av fem insamlingsområden i Storbritannien under 2008 och 2009. Mekanismen bakom resistansen är ännu inte kartlagd. Svårigheter att träffa skadegöraren vid bekämpning samt kålbladens skyddande vaxskikt kan också haft betydelse för populationsökningen (Springate & Colvin 2012 & 2013).

8 IPM – INTEGRERAT VÄXTSKYDD

I EU:s direktiv 2009/128 för hållbar användning av bekämpningsmedel ställs krav på att alla medlemsstater ska arbeta med integrerat växtskydd (Jordbruksverket 2016a). Från och med den 1 januari 2014 ska alla som använder växtskyddsmedel tillämpa integrerat växtskydd i sina odlingar enligt artikel 55 i EU-förordningen 1107/2009. Ett av målen för Sverige 2013-2017 är att utveckla uthålliga odlingssystem (Landsbyggsdepartementet 2013). Detta innebär att alternativa metoder och tekniker ska utvecklas och tillämpas i ökad omfattning för att minska beroendet av kemiska växtskyddsmedel.

Det finns flera definitioner av begreppet integrerat växtskydd (IPM). Nedan följer exempel på några definitioner:

(1) En rationell användning av en kombination av biologiska, biotekniska, fysikaliska, kemiska eller odlings- eller växtförädlingsmässiga åtgärder, som begränsar användningen av kemiska växtskyddsmedel till vad som är absolut nödvändigt för att hålla beståndet av skadliga organismer på en så låg nivå att ekonomiskt oacceptabel skada eller förlust inte orsakas (Miljö- och energidepartementet 2006).

(2) “Integrated Pest Management (IPM) means the careful consideration of all available pest control techniques and subsequent integration of appropriate measures that discourage the development of pest populations and keep pesticides and other interventions to levels that are economically justified and reduce or minimize risks to human health and the environment. IPM emphasizes the growth of a healthy crop with the least possible disruption to agro-ecosystems and encourages natural pest control mechanisms” (FAO, 2016).



Figur 5. Principer för integrerat växtskydd. (Jordbruksverket 2016a)

För att konkretisera vad integrerat växtskydd innebär har Jordbruksverket (2016a) identifierat fyra ledord: Förebygg växtskyddsproblem, bevaka utvecklingen i fält, behovsanpassa bekämpningen och följ upp resultaten (figur 5).

Kålmjöllusen, *A. proletella* betraktas i detta arbete som en inhemsk skadegörare med invasiv spridningsmekanism. Norris (2011) pekar ut tre relevanta IPM-strategier för invasiva arter – Förebygga, Utrota och Bekämpa/Återställa (tabell 2) (Venette & Koch 2009). Dessa är aktuella i olika faser av invasionen.

Tabell 2: IPM-strategier som är applicerbara på invasiva arter och vid vilket stadie i invasions-processen (bearbetad från Venette & Koch 2009)

Fas i invasionsprocessen	IPM-strategi
Ankomst	Förebygga
Etablering	Utrota
Integration och spridning	Bekämpa och/eller återställ

Jordbruksverkets ledord (figur 5) kan också relateras till IPM-steg som Norris (2011) föreslagit:

1. Identifikation av skadegöraren
2. Övervakning för att bestämma populationens utbredning och potentiell skada eller förlust
3. Översyn av alla genomförbara kontrollmetoder
4. Bedömning av möjliga interaktioner mellan utvalda kontrollmetoder och skadegörare i andra kategorier (för att undvika kontroll av andra kategorier)
5. Juridiska eller miljömässiga restriktioner

Dessa steg ligger till grund för det fortsatta arbetets genomgång av IPM-strategier för bekämpning av *A. proletella*.

9 IPM-STRATEGI FÖR *ALEYRODES PROLETELLA*

De första stegen i en IPM-strategi är enligt Norris (2011) identifikation och övervakning av skadegöraren. Jordbruksverkets växtskyddscentral övervakar *A. prolella* i Sverige sedan 2009 i Skåne (Ragnarsson personligt meddelande). Under sommaren 2015 uppmuntrade myndigheten odlare att övervaka och rapportera in alla fynd (Jordbruksverket 2015).

Gula klisterskivor är viktiga verktyg för tidig upptäckt av kålmjöllusen och övervakning under säsongen (Trdan *et al.* 2003). Gula klisterskivor attraherade fler kålmjöllös i försök än blåa och fällor på marken fångade fler än fällor en meter upp (Coller & Collins 2013 & 2014).

När det är känt att skadegöraren är närvarande och dess population är känd är nästa steg att undersöka alla tillgängliga metoder för att undvika skador och minska skadegöraren (Norris 2011). De finns tre kategorier av kontrollmetoder inom IPM - de som syftar till att manipulera värdväxterna (grödan), de som syftar till att manipulera skadegörarorganismen samt de vars mål är att manipulera miljön (Norris 2011).

9.1 MANIPULATION AV VÄRDVÄXTEN

Manipulation av värdväxter innebär både ändrade kulturmetoder och ändring av värdväxters resistans, i form av resistensförädling (Norris 2011). Forskning pågår för att ta fram resistent sorter av bl.a. brysselkål men i nuläget kan resistent plantor bara ge delvis skydd mot *A. prolella* och behöver kombineras med andra strategier (Hondelmann *et al.* 2015). En kombination med fångstplantor har undersökts i försök, se avsnitt 9.3.2 (Hondelmann *et al.* 2015).

Ändrade kulturmetoder innebär ändrade växtföljder, så-datum, planttäthet, bevattnings-tidpunkter, gödselanvändning och skördescheman (Norris 2011). Denna typ av metoder ger bara delvis minskning av skadegörare och är relativt långsamverkande och har troligen liten relevans för invasiva arter (Norris 2011). Ganze & Harbrecht (2010) pekar ut tidigt bortförande av skörderester som en strategi mot vidare spridning av skadegöraren, liksom att inte odla kål i direkt anslutning till rapsfält. Inga studier finns angående ändrade sådatum, planttäthet, bevattningsscheman, gödning etc. I Sverige har jordbruksverkets växtskyddscentral informerat kålodlare med kål som står kvar sent på säsongen att ta kålmjöllusen i beaktande (Ragnarsson personligt meddelande). Odlare uppmanas att genast

plöja ner skörderester efter skörd och att hellre förlora delar av skörden än att riskera att ett övervintringshabitat skapas.

9.2 MANIPULATION AV SKADEGÖRAREN

Manipulation av skadegörarorganismen kan ske genom fysisk kontroll, biologisk bekämpning, beteendemodifikation eller kemisk bekämpning (Norris 2011). Fysisk kontroll innefattar fysiska barriärer för att utestänga skadegörare, handplockning och olika former av mekanisk störning. Dessa tekniker är mycket viktiga för kontroll av leddjur och invasiva arter (Norris 2011).

9.2.1 Gula klisterskivor

Försök har gjorts i Slovenien med användandet av gula klisterskivor för massfångst av *A. proletella* (Trdan *et al.* 2003). Resultatet visade att metoden inte var effektiv. Detta minskar dock inte betydelsen av klisterskivorna för tidig upptäckt av skadegöraren och övervakning under säsongen.

9.2.2 Insektsnät

Nät används i kålodling mot andra skadegörare (kålflugan, fjärilar m.fl.) (Ludwig & Meyhöfer 2016). I Sverige används insektsnät i mycket liten utsträckning och främst av ekologiska odlare (Ragnarsson personligt meddelande).

I ett treårigt fältförsök minskade täckning med insektsnät (0,8x0,8mm) angreppsnivåerna (antalet nymfer) i ekologisk brysselkål med 77 % i slutet av sommaren (Saucke *et al.* 2011). De angrepp som skedde berodde på att nätet lyftes av för mekanisk ogräsrensning. I fältförsök i Storbritannien minskade antalet mjöllöss under nät (0,77x0,77mm) vilket ledde till något bättre kvalitet vid skörd i jämförelse med otäckta kontrollrutor, trots att näten monterades efter att skadegöraren kommit till fältet (Springate & Colvin 2013). Det är dock också möjligt att de mjöllöss som kommit innan nätet monterades fick fördel av den skyddade miljön. Ludwig & Meyhöfer (2016) såg ingen skillnad i angreppsnivåer strax före skörd, i oktober mellan insektsnät med olika maskstorlekar (0,8 och 7mm) trots att inflygningen hindrades och skadegöraren var mindre närvarande i nät med maskstorlek 0,8mm i juni o augusti. Anledningen föreslås vara att nätet ofta tas av för ogräsrensning samt att det uppstår ett optimalt mikroklimat för mjöllusen under nätet. Antalet spindlar var också lägre under det täta nätet vilka kan främja kålmjöllusen.

Enbart täckning med insektsnät ger inte ett tillräckligt skydd mot *A. proletella* (Saucke *et al.* 2011, Schultz *et al.* 2010). Enligt Springate & Colvin (2013) är tekniken inte praktisk för

storskaliga odlare och kan påverka tillväxt, skörd och kvalitet. Saucke *et al.* (2011) kunde dock inte se några mätbara negativa effekter på plantorna under nätet. Forskarna föreslår att avlägsnandet av näten bör minimeras i områden med mycket rapsodling och därmed stort skadetryck (Ludwig & Meyhöfer 2016). Dessutom bör insektsnäten kombineras med frisläppande av naturliga fiender för att förbättra effektiviteten (Ludwig & Meyhöfer 2016, Saucke *et al.* 2011).

9.2.3 Biologisk bekämpning

Biologisk bekämpning definieras som *användandet av levande organismer för bekämpning av skadegörare i syfte att minska skador* (Eilenberg *et al.* 2001). Fyra olika strategier kan urskiljas; klassisk biologisk bekämpning, inokulativ biologisk bekämpning, inundativ biologisk bekämpning och bevarande biologisk bekämpning (Eilenberg *et al.* 2001). Ibland slås inokulativ och inundativ bekämpning ihop och kallas då förstärkande biologisk bekämpning (Nilsson *et al.* 2014).

Klassisk biologisk bekämpning innebär att en exotisk skadegörare bekämpas genom introduktion av naturliga fiender från skadegörarens naturliga utbredningsområde (Nilsson *et al.* 2014, Eilenberg *et al.* 2001). Avsikten är att de introducerade arterna ska etablera sig efter bara ett fåtal utsättningar och medföra en långsiktig bekämpning och är den vanligaste formen av biologisk bekämpning mot invasiva främmande arter (Naturvårdsverket 2013).

Biologisk bekämpning är central i många IPM-program för bekämpning av leddjur, men har nackdelen att inte tillhandahålla en 100 % minskning av skadegöraren (Norris 2011). Det är också oftast en fördröjning innan tillfredställande kontroll uppnås vilket kan innebära att populationen etablerar sig under denna period.

Biologiska bekämpningsmedel godkänns av Kemikalieinspektionen enligt nationella regler i miljöbalken och i svenska förordningar (Kemikalieinspektionen 2016a). Endast arter som är naturligt förekommande i svensk miljö, eller arter som saknar förmåga att etablera sig här får användas som biologisk bekämpning. Inga nematoder, insekter eller spindeldjur (NIS) för användning i biologisk bekämpning av invasiva främmande arter har hittills godkänts i Europa (Naturvårdsverket 2013). Naturvårdsverket föreslår i en översyn av nuvarande bestämmelser att NIS ska kunna godkännas med ett förenklat prövningsförfarande och att endast arter ska behöva godkännas, inte produkter (Naturvårdsverket 2013). Naturvårdsverket föreslår även att en förteckning över godkända arter upprättas och att myndigheten ska riskbedöma de arter som finns på den Europeiska EPPO-listan utifrån svenska förhållanden.

Utbudet av arter kan förhoppningsvis öka om lagstiftningen förenklar godkännandeförfarandet för NIS (Naturvårdsverket 2013).

9.2.3.1 Bevarande biologisk bekämpning

Det första steget i utvecklingen av en biologisk bekämpningsstrategi är att kartlägga vilka organismer som är relevanta, d.v.s. de naturliga fienderna. *Aleyrodes proletella* attackeras av flera arter naturliga fiender (tabell 3). Av dessa är nyckelpigor, blomflugor och parasitsteklar de mest betydande (Tölle-Nolting 2015). De naturliga fienderna är dock ineffektiva vid kalla temperaturer och är mycket känsliga mot många insekticider (Ramsey & Ellis 1996). I en studie i Tyskland över naturliga fiender associerade till *A. proletella* fann man att predatorerna var spindlar, blomflugelarver och nyckelpigor, både larver och vuxna. Se tabell 3 för arter. *Encarsia tricolor* var den dominerande parasitoidarten (Laurenz personligt meddelande)

Naturligt förekommande antagonister kan inte hålla nere de stora populationerna av kålmjöllöss i Tyskland (Laurenz personligt meddelande). Bevarande biologisk bekämpning syftar till att underlätta livsbetingelserna för skadegörarens naturliga fiender (Nilsson *et al.* 2014). Strategin innebär både undvikande av störande åtgärder som plöjning eller kemisk bekämpning och tillhandahållande av övervintringsplatser, skydd, nektar och pollen - så kallad habitatmanipulering (Nilsson *et al.* 2014, Eilenberg *et al.* 2001).

De naturliga fiender som finns närvarande i Sverige enligt både de använda databaserna är blomflugor-arterna *Episyrphus balteatus* och *Melanostoma mellinum*, parasitstekeln *Encarsia formosa*, finglanssteklarna *Euderomphale cerris*, *E. chelidonii* och hoppglansstekeln *Eupelmus urozonus*. Enligt Universal Chalcidoidea Database finns även *Encarsia inaron* och *E. Tricolor* (Tabell 3). Kunskapen om dessa arters utbredning är begränsad, men Hedqvist (2003) observerade *Encarsia formosa*, *E. tricolor* och *E. inaron* i södra Sverige. Gertsson (1991) rapporterade att *E. tricolor* var ny för landet och hittades då på *A. similis europaeus* på lingon. Enligt Dyntaxa, svensk taxonomisk databas, är *E. tricolor* bofast och reproducerande i Sverige, men dess utbredning är okänd (Dyntaxa 2016).

Pollen och nektar är viktiga resurser för blomflugor och bristen på blommor i odlingslandskap bidrar troligen till att deras bekämpningseffektivitet minskar (Rijn *et al.* 2013). När lämpliga blommor finns tillgängliga har blomflugor kraftigt kunnat minska andra skadegörare, så som kålbladlöss på Brysselkål (Rijn *et al.* 2013).

Tabell 3. Naturliga fiender associerade med *A. prolella*

FE= enligt Fauna Europaea, <http://www.fauna-eu.org/> (de Jong *et al.* 2014/))

UCD= enligt Universal Chalcidoidea Database, <http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids> (Noyes 2015)

Nyckelpigor (Coleoptera)	Referens/Land	Sverige	
		FE	UCD
<i>Clitostethus arcuatus</i>	Mound & Halsey (1978); Springate & Arnold (2011)/Storbritannien, Bathon & Pietrzik (1986)/ <i>In vitro</i> , Laurenz personligt meddelande	Nej	-
<i>Harmonia axyridis</i>	Laurenz personligt meddelande	Nej	-
Tvåvingar/ Diptera			
<i>Acletoxenus formosus</i>	Mound & Halsey (1978)	Nej	-
<i>Syrphus cinctus</i> , <i>S. auricollis</i> , Cecidomyiidae sp.	Butler (1938b)/ Storbritannien	-	-
<i>Episyrphus balteatus</i> , <i>Melanostoma mellinum</i>	Laurenz personligt meddelande	Ja	-
<i>Melanostoma scripta</i>	Laurenz personligt meddelande	-	-
Steklar/ Hymenoptera			
<i>Encarsia. inaron</i>	Mound & Halsey (1978), Hernández-Suárez <i>et al.</i> 2003/ Kanarieöarna, Madeira & Azorerna, Viggiani (1987a i Hernández-Suárez <i>et al.</i> 2003)/Italien, Springate & Colvin 2013/Storbritannien	Nej	Ja
<i>E. tricolor</i>	Mound & Halsey (1978), Schmalstieg & Katz (2008), Butler (1936 i Buler 1938b)/Storbritannien, Laurenz personligt meddelande, Hernández-Suárez <i>et al.</i> (2003)/Kanarieöarna, Madeira & Azorerna	Nej	Ja
<i>E. aleyrodis</i>	Mound & Halsey (1978)	-	Nej
<i>E. lutea</i>	Mound & Halsey (1978), Hernández-Suárez <i>et al.</i> (2003)/Kanarieöarna, Madeira & Azorerna	Nej	Nej
<i>E. formosa</i>	Hernández-Suárez <i>et al.</i> (2003)/Kanarieöarna, Madeira & Azorerna	Ja	Ja
<i>E. hispida</i> <i>E. melanostoma</i> , <i>E. noahi</i> , <i>E. sophia</i> ,	Hernández-Suárez <i>et al.</i> (2003)/Kanarieöarna, Madeira & Azorerna	Nej	Nej
<i>E. partenopea</i>	Mound & Halsey (1978), Butler (1936 i Buler 1938b)/Storbritannien	-	Nej-
<i>Euderomphale cerris</i>	Mound & Halsey (1978), Hulden (1986)/Finland	Ja	Ja
<i>E. chelidonii</i> ,	Mound & Halsey (1978), Hulden (1986)/Finland, Springate & Colvin 2013/Storbritannien	Ja	Ja
<i>E. gomer</i> , <i>E. insularis</i>	Hernández-Suárez <i>et al.</i> (2003)/Kanarieöarna, Madeira & Azorerna	-	-
<i>Eupelmus urozonus</i> ,	Mound & Halsey (1978)	Ja	Ja
<i>Macroneura vesicularis</i> , <i>Alaptus minimus</i>	Mound & Halsey (1978)	Nej	-

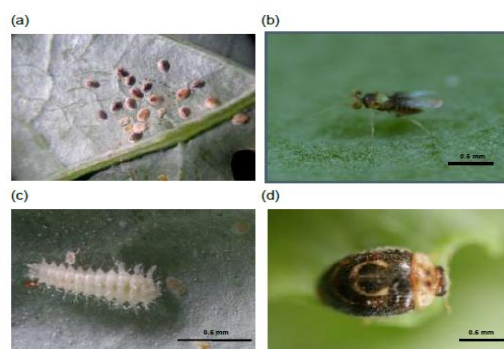
9.2.3.2 Förstärkande biologisk bekämpning

Biologisk bekämpning på friland sker idag i liten omfattning, främst på bär i tunnelodling och i plantskolor (Naturvårdsverket 2013). Användningen av NIS är i nuläget alltför kostsam för användning på friland och begränsas också av att flera NIS bara är godkända att använda i växthus (Naturvårdsverket 2013). Det finns en potential för förstärkande biologisk bekämpning i grönsakodling på friland, men än så länge innebär det en stor utmaning (Tong-Xian *et al.* 2015).

I Sverige är det vanligast formen av biologisk bekämpning förstärkande, d.v.s. inundativ och inokulativ bekämpning. Strategin är absolut vanligast i växthus men används också på friland (Nilsson *et al.* 2014). Parasitsteklar och rovkvalster är de dominerande organismerna (Nilsson *et al.* 2014). Inokulativ biologisk bekämpning innebär att organismen förväntas föröka sig och ge ett skydd under en längre period (Eilenberg *et al.*, 2001) så att en balans uppstår mellan skadegörare och nyttodjur (Nilsson *et al.* 2014). Inokulativ bekämpning av mjöllöss genomförs främst i växthus mot arterna *T. vaporariorum* and *B. tabaci* (Tong-Xian *et al.* 2015). Vid inundativ biologisk bekämpning förväntas en omedelbar effekt, liknande effekten av pesticider (Eilenberg *et al.* 2001). Organismerna appliceras i stora mängder och bekämpar skadegöraren själva, utan att föröka sig (Nilsson *et al.* 2014).

De parasitoider som har introducerats och uppnått lyckad biologisk bekämpning av *A. proletella* är enligt Tong-Xian *et al.* (2015) *Encarsia inaron* och *E. tricolor*. Parasitoiden *E. tricolor* och nyckelpigan *C. arcuatus* föddes upp och testades framgångsrikt mot *A. proletella* i burar utomhus i Storbritannien (Figur 6) (Springate & Colvin 2013). *Clitostethus arcuatus* har också testats i fältförsök i Tyskland, men på grund av dåliga väderförhållanden lyckades arten inte reproducera sig och hade därför begränsad effekt på *A. proletella* (Schultz *et al.* 2010 i Springate & Colvin 2013). *Clitostethus arcuatus* är inte inhemsk i Sverige (de Jong *et al.* 2014)

Encarsia tricolor är vanligt förekommande i södra Tyskland men kan inte kontrollera *A. proletella* i fält i nuläget. (Tölle-Nolting 2015). Populationen av *E. tricolor* varierar kraftigt mellan olika gårdar (Ludwig *et al.* 2014). Arten förekommer även i Storbritannien där den hittats i kålgrödor och fältkanter (thesis Springate i Springate & Colvin 2013). *Encarsia tricolor* övervintrar som puppa i en mjöllusnymf i det sista stadiet (Arzone 1977 i Ludwig *et al.* 2014). *Encarsia tricolor* är inte godkänd i Sverige för biologisk bekämpning (Kemikalieinspektionen 2016c).



Figur 6. Naturliga fiender till *A. proletella*. (a) Parasiterade mjöllusnymfer av *E. tricolor* (b) *Encarsia tricolor*, vuxen (c) *Clitostethus arcuatus*, larv, (d) *Clitostethus arcuatus*, vuxen. (Foto: S. Springate)

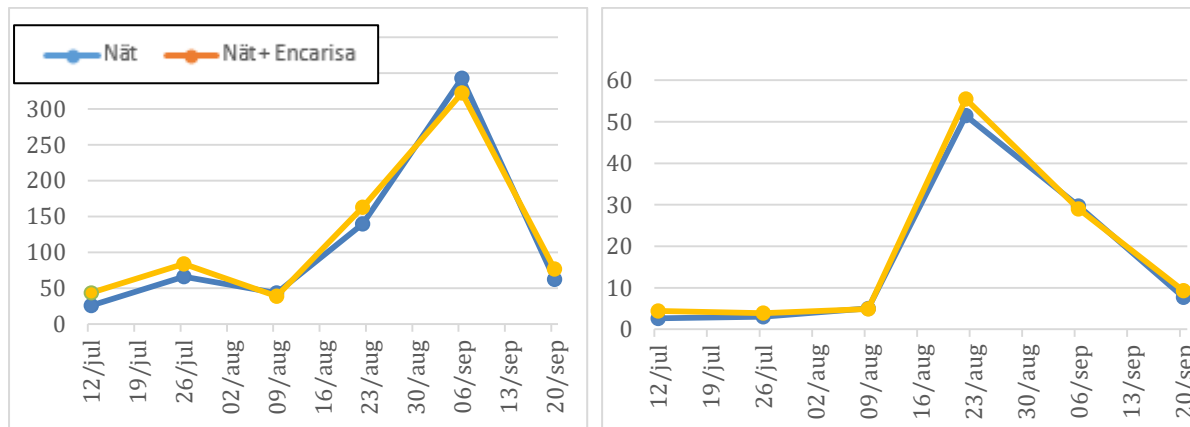
Saucke *et al.* (2011) testade odling under insektsnät (0,8x0,8mm) i kombination med frisläppning av *E. tricolor* under tre år (2007-2009) i ekologisk odling av brysselkål. Alla år lyckades parasitoiden etablera sig under nätet men gav ingen minskning av angrepp de två första åren. År 2009 testades tre olika utsläppsdensiteter (4, 20 eller 40 parasitoider/m²) vid fyra tillfällen fr.o.m. början av juli, vid första tecken på nymfer på brysselkålen (Tabell 4). Den tidiga och frekventa appliceringen av 40 parasitoider/m² ledde till 29 % minskning av kålmjöllössen i slutet av oktober (Schultz *et al.* 2010). Parasitoiderna ökade även vinsten med 11 % p.g.a. större skörd (16 % = 9,7 ton/ha) och förbättrad kvalitet (Schultz *et al.* 2010, Saucke *et al.* 2011). Även en inundativ strategi testades med massutsläpp (5000/10000 *E. tricolor*) vid ett eller två tillfällen på friland, men behandlingen saknade signifikant effekt (Saucke *et al.* 2011). Forskarna drog slutsatsen att frisläppningar av parasitoiden *E. tricolor* rekommenderas under den första generationen mjöllöss och att mer optimerade doser och tajming med den initiala infektionsperioden kan öka effektiviteten ytterligare (Schultz *et al.* 2010).

Tabell 4. Försök gjorda med *E. tricolor* mot *A. proletella* i brysselkål under insektsnät

Bekämpning	Dos & frekvens <i>E. tricolor</i>	Första observation av <i>A. proletella</i>	Första frisläppning av <i>E. tricolor</i>	Referens
29 % minskning av antal nymfer i oktober	40/m ² x 4	Början av juli	Början av juli	Saucke <i>et al.</i> (2011), Schultz <i>et al.</i> (2010)
Ej signifikant	69/m ² x 6	28/6	16/7	Springate & Colvin (2013)

I fältförsök i Storbritannien tillhandahöll *E. tricolor* ingen signifikant minskning av antalet vuxna, nymfer eller ägg av *A. proletella* på de övre bladen i jämförelse med kontrollrutorna,

både utan och med nät (0,77x0,77mm) (Springate & Colvin 2013). Den första mjöllusen observerades i fältet den 28 juni (tabell 4) och den 5 juli var över hälften av plantorna angripna. Den 16 juli släpptes den första av sex omgångar *E. tricolor* ut. Nät användes för att *E. tricolor* inte skulle flyga iväg, inte för att utestänga mjöllöss och monterades upp först efter att lössen anlant. Vid vissa tidpunkter var det fler mjöllöss i rutor med frisläppning av *E. tricolor* än i rutor utan (Figur 7 & 8). Detta kan förväntas under inflygningen, eftersom effekten av parasitoiden är fördröjd, men effekten höll i sig till den sista avläsningen.



Figur 7. A) Antal ägg av *A. proletella* på de fem översta bladen, b) Antal vuxna *A. proletella* på de fem översta bladen (modifierad från Springate & Colvin 2013).

Det fanns dock en lokal bekämpningseffekt på antalet nymfer av *A. proletella* i centrum av försöksrutorna, där parasitoiderna släpptes ut, likvärdig den av insekticidbehandling. Den stora variationen i materialet gör dock att inga signifikanta skillnader kan ses. Graden av parasitism var låg i alla rutor, även i rutor med *E. tricolor* även om den var högst där (Springate & Colvin 2013).

I försöket i Storbritannien var antalet frisläppta *E. tricolor* betydligt fler än i Tyskland (tabell 4). Ändå spekulerar Springate & Colvin (2013) att den uteblivna effekten av *E. tricolor* kan bero på att parasitoiderna släpptes ut kontinuerligt i låga antal istället för i stora antal i ett tidigt stadium, som planerat. Detta på grund av ett problem med uppförökningen. En annan parameter är att alla plantorna blev avbladade av duvor tidigt på våren och mängden mjöllöss var också fler än vanligt (Springate & Colvin 2013). Mer studier med *E. tricolor* krävs som också tar i beaktande ekonomiska och ekologiska konsekvenser av stora utsläpp av parasitoiden (Springate & Colvin 2013).

9.2.3.3 Bankplanter med *Encarsia tricolor*

Utifrån en inventering av de naturligt förekommande fienderna i Tyskland har system med bankplanter utvecklats för att bekämpa *A. proletella*. *Encarsia tricolor* var den dominerande parasitoidarten i fält och valdes ut till bakplantssystemet (Laurenz personligt meddelande). Jordgubbsmjöllus, *Aleyrodes lonicerae* och växthusmjöllus, *Trialeurodes vaporariorum* valdes ut som alternativ föda till *E. tricolor*. Två system har testats i fält - jordgubbsmjöllus på akleja och växthusmjöllus på pumpa (Laurenz personligt meddelande).

9.2.4 Kemisk bekämpning

Kemisk bekämpning är ofta en del av en IPM-strategi (Norris 2011) och tas till när inga andra metoder kan tillhandahålla tillräcklig bekämpning. I Sverige ska alla odlare tillämpa integrerat växtskydd och där kan kemisk bekämpning tas till när inga andra metoder kan ge tillfredställande resultat (Jordbruksverket 2016a). Appliceringen ska föregås av en prognos och utgå från fastställda tröskelvärden om dessa finns. Pesticider är ett viktigt verktyg i bekämpningen av invasiva arter, men kan inte tillhandahålla ett långsiktigt skydd utan att kombineras med andra metoder (Norris 2011). I nuläget utgör insekticider den dominerande strategin mot *A. proletella* (Gulidov & Poehling 2013).

Kemisk bekämpning av *A. proletella* försvåras av att lössen sitter skyddade på undersidan av bladen under ett lager av vax (Ramsey & Ellis 1996, Richter & Hirthe 2014a). Preparatet Movento (verksamt ämne spirotetramat) är i nuläget det mest effektiva vid sprayning (Collier *et al.* 2012, Richter & Hirthe 2014a, Springate & Colvin 2013). Preparatet har en effekt på 100 % i fem veckor efter tre applikationer (Richter & Hirthe 2014a). Även det verksamma ämnet flonicamid har visat lovande resultat i tyska försök (Richter & Hirthe 2014a), liksom den kodade produkten HDCI 039 i Storbritannien (Springate & Colvin 2013). Tillägg av rapsolja eller ett vätningsmedel har visat sig förbättra resultatet för vissa insekticider (Richter & Hirthe 2014a).

Vid sprayning av kålfält är det avgörande att bekämpningen sker tidigt (Richter 2015). Övervakning av fält bör starta i slutet av maj och sprayning ske så fort inflygningen startar och de första mjöllössen hittas och ska fortgå in i augusti om plantorna fortfarande är angripna (Richter personligt meddelande). Tidig applikation baserat på övervakning har visat sig lika effektivt som regelbundna upprepade sprayningar mot *A. proletella* i grönkål (Springate & Colvin 2013). En tidig applicering av den kodade produkten HDCI 039 gav en så stark effekt att tillräckligt stora delar av skadegörarpopulationen slogs för att påverka

skörden på sensommaren (Springate & Colvin 2013). Dock innebär tidig sprayning en risk för att inflygning efter behandlingen kan orsaka angrepp.

En annan metod är att sänka ner småplantor i systemiska insekticider innan plantering för att hålla plantorna fria från kolonisering under den första tiden i fält (Richter & Hirthe 2014c). De bästa insekticiderna för denna metod är imidacloprid (>80 % effektivitet 16 veckor efter behandlingen) och thiamethoxam (>85 % effektivitet 12 veckor efter behandlingen, 60 % efter 16 veckor).

Även sprayning sent på säsongen för att hindra övervintring har testats men verkar ha en begränsad effekt (Springate & Colvin 2013, Vogler personligt meddelande). Även bekämpning i höstraps för att slå ut övervintrande honor har föreslagits (Ganze & Harbrecht 2010). Ytterligare utprovning av pesticider och bekämpnings program pågår (ADHB Horticulture 2014).

I Sverige är preparatet Movento (spirotetramat) inte godkänt men dispens från kravet om produktgodkännande söktes för användande under 2015 (Kemikalieinspektionen 2015a). Dispensen beviljades för användning mot kålmjöllus i odlingar av grönkål, salladskål och kålrabbi, men inte i blomkål, broccoli, huvudkål och brysselkål (Kemikalieinspektionen 2015b). Beslutet överklagades till Mark- och Miljödomstolen som också gav avslag med motiveringen att det finns andra godkända systemisk verkande insekticider och hänvisar till ett utvidgat produktgodkännande av preparatet Mospilan SG (verksmat ämne acetamiprid) (Nacka Tingsrätt, Mark- och miljödomstolen 2015). Därmed råder inte den nödsituation som krävs för dispens enligt domstolen.

Lantbrukarnas Riksförbund (LRF) lyfter i överklagandet att spirotetramat har betydligt högre effektivitet (94 % en vecka efter tre behandlingar, 100 % efter fem veckor) (Nacka Tingsrätt, Mark- och miljödomstolen 2015). Motsvarande effektivitet för Mospilan (acetamiprid) i kombination med rapsolja är 65 % en vecka efter tredje behandlingstillfället. Då det är fråga om att hindra etableringen av en ny skadegörare och risken för omfattande förluster och skador är överhängande är situationen ytterst allvarlig, enligt LRF och Jordbruksverket. Movento(spirotetramat) är zonbedömd i Danmark varefter Sverige ska ge besked inom tre månader för ett produktgodkännande (Sundgren personligt meddelande). Ny dispens kommer att sökas av LRF för 2016.

Mospilan SG får användas max två behandlingar per år för användning mot sugande och bitande skadeinsekter i blomkål, broccoli, vitkål, rödkål, savojkål, spetskål samt brysselkål. (Kemikalieinspektionen 2015c).

Olika insekticider har olika effekt på naturliga fiender. Acetamiprid klassas som skadlig för parasitstekeln *Encarsia formosa* (IOBC Pesticide Side Effect Database 2016) och har visat sig allvarligt skadlig i en studie på tre olika parasitoidarter på mjöllöss (orsakade 100 % dödlighet av *E. formosa*) (Sugiyama *et al.* 2011). I en annan studie orsakade varken Spirotetramat eller acetamiprid någon signifikant dödlighet av parasitstekeln *E. citrina* (Frank 2012). Spirotetramat var dock mindre skadlig än acetamiprid (ej signifikant). Spirotetramats effekt på blomflugan *Episyrphus balteatus* har visat sig ofarlig (IOBC Pesticide Side Effect Database 2016). Det alternativa ämnet flonicamid har enligt databasen i olika studier graderats som ofarligt – relativt skadligt för parasitsteklar.

9.2.4.1 Bekämpningströskel

Framtagandet av en bekämpningströskel för *A. proletella* i brysselkål och grönkål pågår i Tyskland (Richter personligt meddelande). Fyra olika trösklar har testats i försök – bekämpning vid 25, 50, 80 eller över 80 % infekterade plantor (minst 50 nymfer/planta). Både Movento(spirotetramat) och tre andra preparat testades, varav ett som är godkänd i ekologisk odling. Resultatet visade att alla tre tröskelvärden ledde till högre skörd även om de möjliggjorde populationsökning av *A. proletella* (Richter personligt meddelande). Skördeökningen skiljde sig inte åt signifikant men säljbar brysselkål kunde bara fås om tröskeln var 25 eller 50 %, vilket innebär en möjlighet att bespara besprutningar vid tyngre infektion. Vid låga infektionsnivåer räckte en till två applikationer istället för fem till sex.

9.2.5 Tillsatser av biopesticider

Biopesticider är produkter som innehåller aktiva substanser med naturligt ursprung (Karanja *et al.* 2015). Ur neemträdet, *Azadiracta indica*, utvinns produkter innehållande den aktiva substansen är Azadirachtin (AZA) som har insekticid verkan. Effekten är dock beroende av koncentration, formulering, appliceringsmetod mm.

Två olika neempreparat (flytande NeemAzal-T och NeemAzal granulat) har testats som jordbehandling mot kålmjöllusen, *A. proletella* i Brysselkål (Karanja *et al.* 2015). Även betydelsen av olika halter av organiskt material testades. Resultatet visade att effekten var beroende av dosen – alla tre koncentrationer var effektiva i jämförelse med kontrollen men den högsta dosen av båda preparaten (300 mg NeemAzal/kg substrat, 2 ml Neem-Azal T/kg

substrat) gav 100 % dödlighet hos alla nymfstadier av *A. proletella* (Karanja *et al.* 2015). Neem-Azal orsakade högre dödlighet av omogna stadier av kålmjöllöss när substratet blandades med sand. Varaktigheten på produkterna påverkades inte av substratet men av tiden mellan applikationer och infektion, med bäst effekt när kålmjöllusen anlände tio dagar efter behandling.

Azadiraktin är inte godkänt som växtskyddsmedel i Sverige i nuläget (Kemikalieinspektionen 2016b).

9.3 MANIPULATION AV MILJÖN

Manipulation av miljön är en IPM-taktik som innefattar användandet av värme, kyla, bevattning, översvämning och liknande tekniker för att gynna önskad vegetation (Norris 2011). Inga studier om användandet av kyla eller värme som strategi har gjorts på *A. proletella*, men stora mängder regn har observerats inte påverka insekten (Trdan *et al.* 2003). De metoder för manipulation av miljön som undersökts mot kålmjöllusen, *A. proletella*, är användandet av UV-absorberande plastfilm och fångstplantor.

9.3.1 UV-absorberande plastfilm

Försök har gjorts i Tyskland med odling av brysselkål i tunnlar med öppna gavlar under olika typer av plast – UV- absorberande och UV-genomsläppande (Gulidov & Poehling 2013). Plastfilmen absorberar både UV-A och UV-B strålning från solen och stör därmed insekternas orienteringsförmåga och flygbeteende vilket i försök resulterat i signifikant lägre förekomst av *A. proletella*. Exakt hur störningen går till är inte känt men det har föreslagits att UV-strålning stimulerar initiering av flygning samt påverkar insekternas färgurskiljning. Över fem gånger färre vuxna insekter och ca sex gånger färre nymfer påträffades i tunnlar utan UV-strålning än i de med UV-strålning (Gulidov & Poehling 2013). Detta motsvarar en bekämpningseffekt på ca 80 %.

Andelen insekter som parasiterades av den naturligt förekommande parasitoiden *E. tricolor* påverkades inte av behandlingen (Gulidov & Poehling 2013). Andelen nymfer som parasiterades översteg inte 15 % och var lika stor i båda behandlingarna som i det omgivande fältet. En trend kunde dock ses i materialet till något längre parasitering i tunnlar utan UV-strålning. En negativ effekt på parasiteringen skulle kunna motverka den positiva effekten av UV-absorbering. Inga rapporter finns hittills om *E. tricolors* optiska orientering och dess känslighet för olika våglängder (Gulidov & Poehling 2013).

Vikten och skörden av brysselkålen påverkades inte av frånvaron av UV-ljus (Gulidov & Poehling 2013). Tidigare har det rapporterats att UV-strålning stimulerar växtens försvar, speciellt hos Brassicaceae (Kohlmann & Muller 2009 i Gulidov & Poehling 2013). Detta skulle kunna leda till att skadegörare gynnas i miljöer utan UV-strålning. Det finns också en möjlighet till resistensutveckling hos *A. proletella* under förhållanden utan UV-ljus.

UV-absorberande material kan inte utesluta *A. proletella* total tutan behöver kombineras med andra metoder, så som frisläppandet av parasitoider och applicering av biopesticider (Gulidov & Poehling 2013). För vidare studier föreslås en kombination av olika typer av tunnlar med utsläpp av parasitoider.

9.3.2 Fångstplantor

Hondelmann *et al.* (2015) undersökte användandet av delvis resistent plantor brysselkål i kombination med fångstplantor. I ett växthusexperiment undersöktes vilka växter som var mest attraktiva för *A. proletella*. Två arter – fodermärgskål och savojskål testades sedan i fält där de planterades runt brysselkål. Fångstgrödorna lyckades minska infektionen, speciellt under den tidiga delen av säsongen. För kommersiella odlare krävs mer forskning för att komma ifrån problem med att fångstplantorna blir källor till infektion samt mer lätthanterliga arter som fånggrödor (Hondelmann personligt meddelande). Fångstplantor kan ha potential i framtiden i kombination med andra metoder, men i nuläget betraktas bankplantor ha bättre bekämpningspotential.

Collier och Collins (2013) föreslår, tvärt emot Ludwig *et al.* (2014), möjligheten att rapsfält likt fångstplantor kan minska närvaron av *A. proletella* i kålfält. Collier och Collins fann inga belägg för att kålmjöllöss uppföras i höstraps, utan tvärtom fanns individer som verkade ha immigrerat till raps under säsongen. Vid rapsskörden dör alla ägg och nymfer, medan de vuxna kan förväntas migrera till kålfält. Ett steg till ökad kunskap om höstrapsens roll i kålmjöllusens livscykel är därför studier av antalet *A. proletella* innan och efter rapsskörd i kålsfält som gränsar till rapsfält (Collier & Collins 2013).

10 DISKUSSION

Sedan mitten av 1990-talet har kålmjöllusen, *A. proletella* blivit ett stort problem i kålodlingar i Norra Europa, främst Tyskland (Nebreda *et al.* 2005, Springate & Colvin 2012 & 2013). Brysselkål och grönkål är värst drabbade, men även kålrabbi och savojkål attackeras. *Aleyrodes proletella* är inhemsk för Sverige, men har tidigare bara observerats på skelört, *C. majus* (Gertsson personligt meddelande). De senaste åren har dock enstaka exemplar observerats i kålodlingar i Skåne (Ragnarsson personligt meddelande). Den dramatiska ökningen i Europa tros bero på en kombination av ett förändrat klimat, indragna insekticider och förändrade odlingsmetoder i form av ökad odling av höstraps samt kålgrödor som står kvar över vintern och möjliggör övervintring (Collier & Collins 2013, Richter 2010). Det är relevant att undersöka om dessa faktorer är aktuella i Sverige.

Årsmedeltemperaturen i Skåne förväntas stiga med 4-5°C till år 2100 (Länsstyrelsen Skåne 2016). Med tanke på att motsvarande ökning i regionen Lower Saxony i norra Tyskland är 2°C (Hartmann *et al.* 2013 i Tölle-Nolting 2015), kan problemet förväntas accelerera än mer i södra Sverige än i Tyskland, då fler generationer/säsong blir möjliga. I Sverige odlas inte kålgrödor över vintern i samma utsträckning som i Tyskland, men höstraps odlas på stora arealer och täckte 10.3 % av odlingsmarken i Skåne 2014 (Persson personligt meddelande). Mot denna bakgrund är det högst sannolikt att *A. proletella* kommer utvecklas till en viktig skadegörare i kålodling i södra Sverige.

Huruvida *A. proletella* i svenska kålodlingar bytt värdväxt växt från *C. majus* till odlade kålgrödor eller migrerat från Tyskland är okänt. I Litauen observerade Malumphy *et al.* (2010) att arten starkt föredrog *C. majus* framför kålgrödor, medan Hondelman *et al.* (2015) tvärtom visade att kålmjölluslusen valde fodermärgkål, savoykål och grönkål framför *C. majus*. Detta indikerar att det kan vara en underart som specialiserat sig på odlad kål, och som på grund av den homogena strukturen på odlingslandskapet kunnat expandera explosionsartat.

I USA definieras en invasiv art som ***en organism som inte är inhemsk för ett partikulärt ekosystem och orsakar eller har möjlighet att orsaka ekonomisk eller miljömässig skada, eller skada på människors hälsa*** (The White House 1999 i Venette & Koch 2009). Även om *A. proletella* är inhemsk i Sverige kan den betraktas som en potentiellt invasiv i kålodling,

eftersom arten är främmande för ekosystemet där skadan sker. Mot denna bakgrund kan *A. proletella* betraktas som en inhemsk skadegörare med invasiv spridningsmekanism.

10.1 IPM-STRATEGI MOT *A. PROLETELLA*

De första två stegen i en IPM-strategi som Norris (2011) har formulerat är redan uppfyllda för Sverige, eftersom arten är identifierad och övervakning sker (Jordbruksverket 2015, Ragnarsson personligt meddelande). Detta arbete har syftat till att genomföra steg tre – undersökning av alla tillgängliga metoder för bekämpning. En sammanställning av tillgängliga metoder inför och vid ett angrepp återfinns i tabell 5. Förädling av resistent plantor är en hoppingsivande strategi på längre sikt men har utelämnats eftersom det i dagsläget saknas resistent sorter och genomgången fokuserar på kortsiktiga metoder som är användbara för odlare.

De IPM-strategier som är aktuella för invasiva arter är förebyggande, utrotning och bekämpning/återställande (Venette & Koch 2009). De förebyggande metoder som kan användas (tabell 5) syftar till att hindra övervintringen och spridningen av *A. proletella*. Detta kan göras genom att inte odla kål i anslutning till höstraps och genom att plöja ner skörderester direkt vid skörd av kålsorter som står kvar sent på säsongen (Ragnarsson personligt meddelande). En annan förebyggande åtgärd är att skydda och stärka populationer av naturliga fiender, s.k. bevarande biologisk bekämpning (Nilsson *et al.* 2014). För att lyckas med denna strategi krävs vidare studier över vilka de naturliga fienderna till *A. proletella* är i Sverige och deras livsbetingelser – boplatser, födokällor och känslighet för mekaniska och kemiska störningar.

Utrotnings av invasiva arter kan ofta vara eftersträfvansvärt (Venette & Koch 2009), men framstår inte som möjligt eller önskvärt för *A. proletella* i Sverige eftersom arten är polyfag och kan leva på arter ur 12 olika växtfamiljer och dessutom är inhemsk på *C. majus*. Den enda metod som har potential att uppnå utrotning är kemisk bekämpning med Movento (aktiv substans Spirotetramat), men då krävs minst tre appliceringar (Richter & Hirthe 2014a). Spirotetramat är inte godkänt i Sverige ännu och i dispensansökan 2015 söktes för 2 appliceringar (Sundgren personligt meddelande).

De metoder som finns för bekämpning vid ett angrepp av *A. proletella* i dagsläget är insektsnät eller kemisk bekämpning (tabell 5). Insektsnät används redan av ekologiska odlare (Ragnarsson personligt meddelande). Dock innebär näten praktiska problem vid storskalig

odling (Springate & Colvin 2013) och kan p.g.a. ogrärensning inte tillhandahålla ett heltäckande skydd (Saucke *et al.* 2011, Schultz 2010). UV-absorberande plast kan potentiellt vara ett alternativ till insektsnät men kan inte heller utesluta skadegöraren totalt (Gulidov & Poehling 2013). Vidare studier av eventuell resistensutveckling bör göras innan metoden appliceras kommersiellt. I dagsläget finns inte UV-absorberande plast på marknaden och kostnaden är troligvis högre än för insektsnät.

Tabell 5. Metoder för bekämpning av kålmjöllusen, *A. proletella*

Åtgärder	Bekämpnings-effekt	Problem	Referens
Förebyggande			
Undvik odla nära höstraps		Svårt att styra	
Plöj ner skörderester omgående		Skörda kontinuerligt för att förse marknaden	
Bevara naturliga fiender		Kunskap saknas	
Vid angrepp			
Insektsnät (0,8x0,8mm)	77 %	Ogrärensning, hantering	Saucke <i>et al.</i> (2011)
Kemisk bekämpning Movovento/Mospilan 0,25 kg/Ha	100/ 65 %	Resistensutveckling Tillstånd/dispens saknas Tröskelvärde saknas	Richter & Hirthe (2014a)
Fångstplantor		Tar yta, skötsel	Hondelmann <i>et al.</i> (2015).
Ej tillgängliga /potentiella			
Inokulativa utsläpp av <i>E. tricolor</i> (40 parasitoider/m ² x4)	29 %	Tajming avgörande Tillstånd i Sverige – inhemsk?	Saucke <i>et al.</i> (2011)
Bankplantor med <i>E. tricolor</i>	?	Tillstånd i Sverige – inhemsk?	(Laurenz personligt meddelande)
UV-absorberande plast	Ca 80 %	Eventuell resistensutveckling	Gulidov & Poehling (2013).
Neem som jordbehandling	100 %	Tillstånd krävs	Karanja <i>et al.</i> (2015)

Inga hinder finns för att använda fodermärgskål eller savojkål som fångstplantor som en del av en strategi vid angrepp av *A. proletella*, då de minskat infektionen av brysselkål i början av säsongen (Hondelmann *et al.* 2015). Effektiviteten är dock inte fastställd då metoden är under utveckling. Att kombinera insektsnät med fångstplantor kan vara en intressant möjlighet som har potential att höja bekämpningseffekten under nät, förutsatt att fångstplantorna sköts på rätt sätt.

Kemisk bekämpning är idag den främsta metoden som används mot *A. proletella* i Europa (Gulidov & Poehling 2013). Det är dock inte en hållbar metod på längre sikt utan behöver kombineras med andra metoder (Norris 2011). I Sverige ska alla odlare tillämpa integrerat växtskydd där kemisk bekämpning är ett verktyg som tas till när ingen annan metod ger tillfredställande resultat (Jordbruksverket 2016a). Appliceringen ska föregås av en prognos och utgå från fastställda tröskelvärden om sådana finns. Prognos av angrepp av *A. proletella* kan ske med gula klisterskivor (Coller & Collins 2013 & 2014, Trdan *et al.* 2003), men tröskelvärden saknas (Richter personligt meddelande). Istället är rekommendationen att spruta vid första observation av skadegöraren i fält och fortsätta hela säsongen.

I Sverige är den mest effektiva insekticiden, spirotetramat (Movento 100 SC), ännu inte tillåten och alternativet acetamiprid är bara tillåten två appliceringar/säsong (Kemikalieinspektionen 2015 a, b & c) vilket förstärker behovet av optimerad tajming samt alternativa metoder. Dispens kommer att sökas för spirotetramat för 2016 (Sundgren personligt meddelande) men godkändes bara delvis 2015 (Kemikalieinspektionen 2015b). Det nu godkända ämnet acetamiprid (Mospilan SG) klassas som skadligt för parasitstekelar (IOBC Pesticide Side Effect Database 2016, Sugiyama *et al.* 2011) och bör därför inte användas i en strategi tillsammans med biologisk bekämpning. Spirotetramat har visat sig vara något mindre skadligt för parasitsteklar (Frank 2012) och ofarligt för blomflugan *Episyrphus balteatus* (IOBC Pesticide Side Effect Database 2016). Detta kan tala för ett användande av Movento. Dock har relativt få studier genomförts om spirotetramats sidoeffekter (IOBC Pesticide Side Effect Database 2016) och fler studier är därför nödvändiga.

Vissa populationer av *A. proletella* är resistenta mot pyretroider (Springate & Colvin 2012) som används i kålodling för att kontrollera fjärilslarver och andra skadegörare och kan döda naturliga fiender. Om kålmjöllusen är resistent kan användandet av pyretroider därför betydligt förvärra problemet.

Ett framtida alternativ till insekticider kan vara neemprodukter (tabell 5) som har gett 100 % dödlighet när de appliceras till jord i krukor (Karanja *et al.* 2015), men metoden är troligtvis kostsam vid behandling av hela fält. Preparaten är inte heller godkända i Sverige i dagsläget (Kemikalieinspektionen 2016b).

10.2 INOKULATIV BIOLOGISK BEKÄMPNING – EN FRAMTIDA MÖJLIGHET?

Biologisk bekämpning har nackdelen att inte tillhandahålla en 100 % minskning av skadegöraren (Norris 2011), men kan kombineras med andra metoder. Användandet av både insektsnät och UV-absorberande plast bör kombineras med utsläpp av parasitoiden *Encarsia tricolor* för ökad effektivitet (Gulidov & Poehling 2013, Ludwig & Meyhöfer 2016, Saucke *et al.* 2011).

Encarsia tricolor är inte godkänd i Sverige för biologisk bekämpning (Kemikalieinspektionen 2016c). En studie behöver göras över inhemska naturliga fiender till *A. proletella* och vilka av dessa som kan användas för biologisk bekämpning, både inundativ och inokulativ. Av de parasitsteklar som har observerats parasitera på *A. proletella* har tre observerats i Sverige – *Encarsia formosa* som används i stor utsträckning i växthusodling, *E. tricolor* och *E. inaron* (Hedqvist 2003). Biologisk bekämpning skulle eventuellt kunna utvecklas med hjälp av *E. tricolor* om denna art kan betraktas som inhemsk för Sverige.

Än så länge är biologisk bekämpning på friland alltför dyrt för att användas praktiskt (Naturvårdsverket 2013) och de studier som gjorts med utsläpp av *E. tricolor* under nät har haft varierande resultat. Saucke *et al.* (2011) såg minskade skador av *A. proletella* med 29 % medan Springate & Colvin (2013) inte såg någon effekt trots större doser och fler utsläppstillfällen. Försöken indikerar att tajming av utsläpp är avgörande och att det kan krävas stora antal parasitoider. Frågan är vad konsekvenserna av stora utsläpp blir för ekosystem och naturligt förekommande parasitoider, vars omfattning och bekämpningseffekt ännu är outforskad (Springate & Colvin 2013). Det är inte heller hållbart ekonomisk i ett kommersiellt odlingssystem med stora utsläpp, speciellt när kontrollen de utför är relativt låg. Ett mer lovande alternativ som är under utveckling för biologisk bekämpning är bankplantor (Laurenz personligt meddelande). Dessa möjliggör att stora populationer av parasitoider är närvarande när *A. proletella* anländer samt minskar risken för att mjöllössen etablerar sig innan bekämpningen har effekt.

Att införa en icke-inhemsk art, s.k. klassisk biologisk bekämpning, är inte ett alternativ då detta kan ha stora konsekvenser för ekosystemet.

10.3 LANDSKAPSPERSPEKTIV OCH PROGNOSE

Eftersom orsakerna till ökningen av kålmjöllöss ligger på en stor skala – förändrande odlingslandskap och klimat – är det också möjligt att lösningen ligger på denna nivå. Ett mer diversifierat odlingslandskap skulle kunna både minska övervintringsplatserna för *A. proletella*.

A. proletella, uppföröka naturliga fiender samt hindra artens inflygning till odlad kål. I Tyskland har forskning visat att gårdar som har en barriär i form av skog runt kålodlingar har mindre angrepp av *A. proletella* än gårdar som ligger i samma höjdnivå som raps och utan barriär (Ludwig *et al.* 2014). Detta trots att andelen höstraps var högre runt gårdarna med mindre angrepp. Odling av höstraps och kål bör särskiljas geografiskt eller med barriärer. Exakta avstånd för detta beror på artens flygbeteende, där mer forskning krävs.

Mer forskning krävs dock för att säkert fastställa var övervintring av *A. proletella* sker, då motstridiga observationer finns från Tyskland och Storbritannien. Collier & Collins (2013) lyfter, tvärt emot Ludwig *et al.* (2014), möjligheten att rapsfält kan minska närvaron av *A. proletella* i kålfält. I sin studie fann Collier och Collins (2013) inga belägg för att kålmjöllöss uppförökas i höstraps, utan tvärtom fanns individer som verkade ha immigrerat till raps under säsongen.

Problemet med *A. proletella* är fortfarande relativt nytt och mycket kunskap saknas om biologin och ekologin hos arten (Alonso *et al.* 2009). Med hjälp av mer kunskap om livscykel och generationsutveckling kopplat till klimatfaktorer, främst temperatur, kan en prognosmodell utvecklas (Collier & Collins 2013). Som en del i prognosen kan eventuellt klisterskivor i olika färger användas, de blåa på högre höjd för att bestämma när migrationen inleds (Collier & Colvin 2013 & 2014). En prognos över inflygning vore ovärderligt för odlarna som kan tajma insekticidbehandling, frisläppning av parasitoider eller avlägsnandet av insektsnäten för ogrärensning.

10.4 FORSKNINGSBEHOV

Steg fyra i framtagandet av en IPM-strategi enligt Norris (2011) innebär en bedömning av möjliga interaktioner mellan utvalda kontrollmetoder och skadegörare i andra kategorier (Norris 2011). Detta innebär en studie över samtliga växtskyddsproblem i kålodling och ligger utanför ramarna för detta kandidatarbete. Steg fem - juridiska eller miljömässiga restriktioner (Norris 2011), har behandlats översiktligt och framgår av tabell 5.

Förutom den pågående forskningen för framtagande av resistent kålssorter har följande forskningsbehov identifierats i detta arbete:

- Utbredning av *A. proletella* i Sverige samt orsakerna till ökningen av arten här
- Övervintringsplatser i Sverige och odlingslandskapets betydelse
- Höstrapsens roll som vinterhabitat eller fångstgröda – sker en inflygning till kålfält vid rapsskörd?
- Naturliga fiender i södra Sverige och hur dessa kan gynnas (bevarande biologisk bekämpning) eller användas för inundativ eller inokulativ biologisk bekämpning. Ekologiska konsekvenser av utsläpp av parasitoiden *E. tricolor*
- *Aleyrodes proletellas* livscykel under olika temperaturer för prognosutveckling
- Flygbeteende – initiering av migration och avstånd som arten flyger
- Sidoeffekter av spirotetramat och andra insekticider på naturliga fiender
- Fortsatt utveckling och utprovning av kombinerade metoder, så som fångstplantor eller bankplantor under insektsnät

10.5 SLUTSATSER

- Det är högst sannolikt att kålmjöllusen, *A. proletella* kommer att bli en invasiv skadegörare på kål, främst grönkål och brysselkål, i södra Sverige
- De förebyggande åtgärder som finns är att odla kål långt ifrån höstraps, plöja ner skörderester av sent skördade kålsorter omgående, gynna naturliga fiender (blomflugor och steklar) och anlägga barriärer mot inflygning.
- Vid ett angrepp av *A. proletella* kan odlare i nuläget använda insektsnät, kemisk bekämpning med Mospilan SG (acetamiprid) eller fångstplantor. Dock innebär ingen av metoderna fullt skydd.
- God kontroll kan på kort sikt uppnås av insekticiden Movento (spirotetramat), som inte är tillåten i Sverige i nuläget. På längre sikt krävs en kombination av strategier så som insektsnät, bankplantor, fångstplantor och biologisk bekämpning.
- Ett diversifierat odlingslandskap som innebär mindre övervintringshabitat, fler naturliga fiender och barriärer som hindrar inflygning är av stor vikt för att hindra att *A. proletella* blir invasiv i Sverige

11 REFERENSER:

Adams, A.J. 1985. *The critical field photoperiod inducing ovarion diapause in the cabbage whitefly*, Aleyrodes proletella (Homoptera, Aleyrodidae). Physiological entomology, Volume 10, Issue 3, pp: 243-249

ADHB Horticulture 2014, *FV 406a - Brassicas: Improving control of whitefly*. Agriculture and Horticulture Development Board. Tillgänglig: <http://horticulture.ahdb.org.uk/project/brassicas-improving-control-whitefly>, hämtad 2016-02-16

Alonso, D. ; Gomez, A.A ; Nombela, G. & Muñiz, M. 2009. *Temperature-Dependent Development of Aleyrodes proletella (Homoptera: Aleyrodidae) on Two Cultivars of Broccoli Under Constant Temperatures*. Environmental Entomology, Volume 38, Issue 1, pp: 11-17

Bathan, H. & Pietrzik, J. 1986. *On the food-consumption of Clitostethus-arcuatus (Rossi) (Col, Coccinellidae), a predator of Aleurodes-proletella L. (Hom, Aleurodidae)*. Journal of Applied Entomology. Zeitschrift Fur Angewandte Entomologie, Volume 102, Issue 4, pp: 321-326

Brown, J. & Czosnek, H. 2002. *Whitefly transmission of plant viruses*. Advances in Botanical Research, Volume 36, pp.65-97

Butler, C.G. 1938a. *On the Ecology of Aleurodes brassicae Walk. (Hemiptera)*. Transactions of the Royal Entomology Society of London. Volume 87, Issue: pt. 13, pp: 291-311

Butler, C.G. 1938b. *A Further Contribution to the Ecology of Aleurodes brassicae Walk. (Hemiptera)*. Proceedings of the Royal Entomological Society of London Volume 13, Issue: pt. 10-12, pp: 161-172

Byrne, D.N. ; Rathman, R.J. ; Orum, T.V. & Palumbo J.C. 1996. *Localized migration and dispersal by the sweet potato whitefly*, Bemisia tabaci. Oecologia, Volume 105, Issue 3, pp: 320-328

Colautti, R.I. & MacIsaac, H.J. 2004. *A neutral terminology to define 'invasive' species*. Diversity and Distributions. Volume 10, Issue 2, pp: 135-141

Collier, R.M. & Collins, S. 2013. *Biology of the cabbage whitefly*, Aleyrodes proletella. Annual report Project CP 091, October 2013. Agriculture and Horticulture Development Board, tillgänglig: <http://horticulture.ahdb.org.uk/project/studentship-biology-cabbage-whitefly-aleurodes-proletella-0>, hämtad 2016-01-27

Collier, R.M. & Collins, S. 2014. *Biology of the cabbage whitefly*, Aleyrodes proletella. Annual report Project CP 091, October 2014. Agriculture and Horticulture Development Board, tillgänglig: <http://horticulture.ahdb.org.uk/project/studentship-biology-cabbage-whitefly-aleurodes-proletella-0>, hämtad 2016-01-27

Collier, R.M. ; Jukes, A ; Richardson, A. & Miller, P. 2012. *Improving control of Brassica whitefly* (Aleyrodes proletella). Final report Project FV 399. Agriculture and Horticulture

Development Board, tillgänglig: <http://horticulture.ahdb.org.uk/project/improving-control-brassica-whitefly-aleurodes-proletella-4>, hämtad 2016-01-27

De Barro, P.J. & Carver, M. 1997. *Cabbage Whitefly*, *Aleyrodes proletella* (L.) (*Hemiptera: Aleyrodidae*), *Newly Discovered in Australia*. Australian Journal of Entomology, Volume 36, Issue 3, pp: 255-256

de Jong, Y. *et al.* 2014. *Fauna Europaea - all European animal species on the web*. Biodiversity Data Journal 2: e4034. doi: 10.3897/BDJ.2.e4034. Tillgänglig: <http://www.fauna-eu.org/>, hämtad 2016-01-15

Dingle, B. 1996. *Migration: the biology of life on the move*. Oxford University Press (US), 481 pp.

Dyntaxa 2016. *Svensk texonomisk databas*. Art: *Encarsia tricolor*. Tillgänglig: <https://www.dyntaxa.se/Taxon/Info/206542?changeRoot=True#>, hämtad 2016-04-05

Eilenberg, J. ; Hajek, A. & Lomer, C. 2001. *Suggestions for unifying the terminology in biological control*. Biocontrol, Volume 46, Issue 4, pp: 387-400.

EPPO Global Database 2016. *Aleurodes proletella (ALEUPR)*. Tillgänglig: <https://gd.eppo.int/taxon/ALEUPR>, hämtad 160120

FAO, 2016. *AGP-Integrated Pest Management*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Tillgänglig: <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/pests/ipm/en>, hämtad 160125

Frank, S. 2012. *Reduced Risk Insecticides to Control Scale Insects and Protect Natural Enemies in the Productuin and Maintenance of Urban Lanscape plants*. Environmental Entomology, Volume 41, Issue 2, pp: 377-386

Ganze, M. & Harbrecht, E. 2010. *Auftreten und Bekämpfung der Kohlmottenschildlaus / Occurrence and control of Aleurodes proletella*. Conference: 57. Deutsche Pflanzenschutztagung, Berlin, 6-9 September, 2010. Julius-Kuhn-Archiv, Issue 428, pp: 356-357

Gertsson C-A. 1991. *Nya landskapsfynd av mjöllöss och deras parasitsteklar / New provincial records of whiteflies (Homoptera; Aleyrodidae) and some of their parasites*. Ministerio Da Agricultura, Pescas E Alimentacao, Oeiras (Portugal). Instituto Nacional De Investigacao Agraria. Centro Nacional De Proteccao Da Producao Agricola. Entomologisk Tidskrift, Vol.112 (1-2), pp.59-60

Gertsson, C-A. 1987. Den svenska mjöllusfaunan. Entomologisk tidskrift, Issue 3, pp: 85-91

Gulidov, S. & Poehling, H.M. 2013. *Control of aphids and whiteflies on Brussels sprouts by means of UV-absorbing plastic films*. Journal of plant diseases and protection. Volume 120, Issue: 3, pp: 122-130

Hedqvist, K.J. 2003. *Katalog över svenska Chalcidoidea*. Entomologisk Tidskrift 124 (1-2), pp: 73-133

Hernández-Suárez, E. ; Carnero, A. ; Aguiar, A. ; Prinsloo, G. ; LaSalle, J. & Polaszek, A. 2003. *Parasitoids of whiteflies (Hymenoptera: Aphelinidae, Eulophidae, Platygasteridae; Hemiptera: Aleyrodidae) from the Macaronesian archipelagos of the Canary Islands, Madeira and the Azores*. Systematics and Biodiversity, Volume 1, Issue 1, pp: 55-108

Hill, D.S. 1986. *Agricultural insect pests of temperate regions and their control*. Cambridge University Press, 659 pp.

Hondelmann, P. ; Paul, C. & Meyhöfer, R. 2015. *Combining crop resistance and trap plants for Cabbage Whitefly control*. Integrated Protection in Field Vegetables, Proceedings of the Meeting at Hamburg 4-7 October 2015. IOBC-WPRS-OILB-SROB [In press]

Hulden, L. 1986. *The whiteflies (Homoptera, Aleyrododea) and their parasites in Finland*. Notulae Entomologicae, Volume 66, Issue 1, pp: 1-40

Iheagwam E.U. 1977. *Photoperiodism in the cabbage whitefly, Aleyrodes brassicae*. Physiological Entomology, Volume 2, Issue 3, pp.179-184

IOBC-WPRS 2016. *IOBC Pesticide Side Effect Database*. International Organisation for Biological and Integrated Control (IOBC). Tillgänglig: https://www.iobc-wprs.org/ip_ipm/IOBC_Pesticide_Side_Effect_Database.html, hämtad 2016-13-18

Jansen, M. 2011. *The whiteflies of the Netherlands, including two species new for the Dutch fauna (Hemiptera: Aleyrodidae)*. Nederlandse Faunistische Mededelingen, Volume 36, pp: 69-98

Jordbruksverket 2015. *Lägesrapport om växtskydd i frilandsgroänskaer, vecka 29 2015*. Tillgänglig: <http://www.anpdm.com/newsletter/2875119/44425D447843435A4A71>, hämtad 2016-02-12

Jordbruksverket 2016a. *Regler kring integrerat växtskydd*. Tillgänglig: <https://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/vaxtskydd/integreratvaxtskydd/regler.4.7b5b0bad14bb7e6b2d3dd1ba.html>, hämtad 160120

Jørgensen J. ; Olafsson S. ; Pettersson J. ; Taksdal G. & Varis A.L. 1987. *Nordiske navne på skadedyr og nogle nyttedyr / Nordic Names of Pests and some beneficial Animals* Nordiske Jordbrugsforskernes Forening (NJF). NJF Utredninger – rapporter, Nr 37. Tillgänglig: http://www.vaxteko.nu/html/sll/njf/pests_and_diseases/NJF87PES-2/NJF87PESDS.HTM, hämtad 2016-02-16

Karanja, J. ; Poehling, H-M. & Pallmann, P. 2015. *Efficacy and Dose Response of Soil-Applied Neem Formulations in Substrates With Different Amounts of Organic Matter, in the Control of Whiteflies, Aleyrodes proletella and Trialeurodes vaporariorum (Hemiptera: Aleyrodidae)*. Journal of Economic Entomology, Volume 108, Issue 3, pp: 1182-1190

Kemikalieinspektionen 2015a. *Dom om dispens för växtskyddsmedlet Movento 100 SC*. Tillgänglig: <http://www.kemi.se/nyheter-fran-kemikalieinspektionen/2015/dom-om-dispens-for-vaxtskyddsmedlet-movento-100-sc/>, hämtad 20160318

Kemikalieinspektionen 2015b. *Uppgifter om dispensen*. Tillgänglig:
<http://webapps.kemi.se/BkmRegistret/Kemi.Spider.Web.External/Beslut/Details?beslutId=14758&objekttypId=6>, hämtad 2016-03-08

Kemikalieinspektionen 2015c. Mospilan SG. Tillgänglig:
<http://webapps.kemi.se/BkmRegistret/Kemi.Spider.Web.External/Produkt/Details?produktId=11338&produktVersionId=11337>, hämtad 2016-03-08

Kemikalieinspektionen 2016a. *Biologiska bekämpningsmedel*. Tillgänglig:
<http://www.kemi.se/hitta-direkt/bekampningsmedel/biologiska-bekampningsmedel>, hämtad 2016-02-16

Kemikalieinspektionen 2016b. *Ämne (Azadiraktin)*. Tillgänglig:
<http://webapps.kemi.se/BkmRegistret/Kemi.Spider.Web.External/Aemne/Details/212>, hämtad 2016-03-09

Kemikalieinspektionen 2016c. *Bekämpningsmedelsregistret - Sök ämne (Encarsia)*. Tillgänglig:
<http://webapps.kemi.se/BkmRegistret/Kemi.Spider.Web.External/Aemne#e008d36d-0840-46fa-3dee-6493927c5f7a>, hämtad 2016-03-10

Landsbygdsdepartementet 2013. *Nationell handlingsplan för hållbar användning av växtskyddsmedel för perioden 2013-2017*. Bilaga till regeringsbeslut 2013-06-19 nr 8.

Leopold, J.; Zimmermann, O.; Katz, P.; Saucke, H. 2008. *Ein neuer Nützling im Kohlanbau: Qualitätskontrolle bei Encarsia tricolor, einem natürlichen Gegenspieler der Kohlmottenschildlaus Aleyrodes proletella / A new beneficial arthropod for cabbage crops: quality control of Encarsia tricolor, a naturally occurring antagonist of the cabbage whitefly Aleyrodes proletella*. 56. Deutsche Pflanzenschutztagung, Kiel, 22-25 September, 2008. Julius Kühn-Inst, Quedlinburg Heft: 417, pp: 438-439

Ludwig, M.; Schlinkert, H. & Meyhöfer, R. 2014. *Impact of oilseed rape on initial colonisation and pre-harvest infestation of Brussels sprouts by cabbage aphid, cabbage whitefly and whitefly parasitoids*. Integrated Protection in Field Vegetables. IOBC-WPRS Bulletin, Volume 107, pp: 163-169

Ludwig, M. & Meyhöfer, R. 2016. *Efficacy of crop cover netting against cabbage pests and their natural enemies and relevance of oilseed rape*. Journal of Plant Diseases and Protection, DOI: 10.1007/s41348-016-0038-8

Länstyrelsen Skåne 2016. *Skånes framtida klimat*. Tillgänglig:
<http://www.lansstyrelsen.se/skane/Sv/miljo-och-klimat/klimat-och-energi/klimatanpassning/forandrat-klimat/Pages/Skanes%20klimat.aspx>, hämtad 2016-03-18

Malumphy, C. ; Ostrauskas, H. & Pye, D. 2009. *A Faunistic Review of Whiteflies (Hemiptera, Aleyrodidae) of Lithuania*. Acta Zoologica Lituanica, Volume 19, Issue 1, pp: 49-57

Malumphy, C. ; Ostrauskas, H. & Pye, D. 2010. *Contribution to the knowledge of whiteflies (Hemiptera, Aleyrodidae) of Alytus and Kaunas counties, with a plant list for whiteflies native to Lithuania*. Acta Zoologica Lituanica, Volume 20, Issue 4, pp: 198-203

Malumphy, C. & Ostrauskas, H. 2013. *New data on whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of Estonia, Latvia and Lithuania, including the first records of rhododendron whitefly Massilieuroides chittendeni (Laing)*. Zoology and Ecology, Volume 23, Issue 1, pp: 1-4

Martin, J.H. ; Mifsud, D. & Rapisarda, C. 2000. *The Whiteflies (Hemiptera : Aleyrodidae) of Europe and the Mediterranean Basin*. Bulletin of Entomological Research, Volume 90, Issue 90, pp: 407-448.

Martin, J.H. & Mound, L.A. 2007. *An annotated check list of the world's whiteflies (Insecta : Hemiptera : Aleyrodidae)*. Zootaxa, Issue 1492, pp: 1-84

Miao-Miao, C. ; Rong, G. & Jin-Liang, Z. 2015. *Rapid identification of Aleyrodes proletella (Hemiptera: Aleyrodidae), a new invasive whitefly species in mainland China, based on SS-COI marker*. Acta Entomologica Sinica, Volume 58, Issue 5, pp: 579-586

Miljö- och energidepartementet 2006. *Förordning (2006:1010) om växtskyddsmedel som innehåller nematoder, insekter eller spindeldjur*. Tillgänglig: http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/_sfs-2006-1010/, hämtad 2016-02-18

Mound, L. A. & Halsey, S. H. 1978. *Whitefly of the world. A systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data*. Trustees of the British Museum (Nat.His) 1978. Publication No. 787. British Museum (Natural history) & John Wiley and Sons, Chichester - New York - Brisbane – Toronto. pp: 99-100

Nacka Tingsrätt, Mark- och miljödomstolen. 2015. *Mål nr M 4100-15*. DOM 2015-07-24, meddelad i Nacka Strand. Dok.Id 421428.

Nakahara, S. & Hilburn, D.J. 1989. *Annotated checklist of the whiteflies (Homopteran, Aleyrodidae) of Bermuda*. Journal of the New York Entomological Society. Volume 97, Issue 3, pp: 261-264

Naturvårdsverket 2013. *Förslag till ny nationell reglering av nematoder, insekter och spindeldjur (NIS)*. Redovisning av ett regeringsuppdrag. Ärendenr: NV-00333-13

Nebreda, M. ; Nombela, G. & Muniz, M. 2005. *Comparative host suitability of some Brassica cultivars for the whitefly, Aleyrodes proletella (Homoptera: Aleyrodidae)*. Environmental Entomology, Volume 34, Issue 1. pp: 205-209

Nedstam, B. 2007. *Mjöllöss ("Vita flygare") i växthus*. Jordbruksverket

Nedstam, B. & Jansson, J. 2014. *Skadedjur i växthus, mjöllöss*. Jordbruksverket OVR:322:3. Tillgänglig: <http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/ovr3223.html>, hämtad 2016-02-03

- Nilsson, U. ; Rämert, B. & Rännbäck, L-M. 2014. Biologisk bekämpning. I: Nilsson, U. ; Kärnestam, E. & Sandskär, B. (red): *Växtskyddets Grunder*. Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för växtskyddsbiologi, pp:167-176
- Norris, R.F. 2011. Integrated pest management. I: Simberloff, D. & Rejmánek, M. *Encyclopedia of biological invasions*. Berkeley, University of California Press, pp: 353-355. Tillgänglig: <http://site.ebrary.com/lib/slub/reader.action?docID=10440611>, hämtad 2016-02-15
- Noyes, J.S. 2015. *Universal Chalcidoidea Database*. World Wide Web electronic publication. <http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids>
- PURE 2016. *Cropping systems*. Tillgänglig: <http://www.pure-ipm.eu/cropsys>, hämtad 2016-02-15
- Ramsey, A.D. & Ellis, P.R. 1996. *Resistance in wild Brassicas to the cabbage whitefly, Aleyrodes proletella*. ISHS Symposium on Brassicas/9th Crucifer Genetics Workshop, Lisbon, Portugal, 15-19 Nov 1994. Acta Horticulture, Issue 407, pp: 507-514
- Richardson, D.M. ; Pysek, P. & Carlton, J.T. 2011. A Compendium of Essential Concepts and Terminology in Invasion Ecology. I: Richardson, D.M (red), *Fifty years of invasion ecology: the legacy of Charles Elton*, Blackwell Publishing Ltd. pp: 409-420
- Richter, E. 2010. *Populationsdynamik und Bekämpfung der Kohlmottenschildlaus Aleyrodes proletella im Gemüsebau / Population dynamics and chemical control of Aleyrodes proletella in vegetable brassica crops*. Conference: 57. Deutsche Pflanzenschutztagung, Berlin, Germany, 6-9 September, 2010. Julius-Kuhn-Archiv, Issue 428, pp: 216
- Richter & Hirthe 2014a. *First results on population dynamics and chemical control of Aleyrodes proletella in Germany*. Integrated Protection in Field Vegetables. IOBC-WPRS Bulletin, Volume 107, pp: 163-169
- Richter & Hirthe 2014b. *Hibernation and migration of Aleyrodes proletella in Germany*. Integrated Protection in Field Vegetables. IOBC-WPRS Bulletin, Volume 107, pp: 143-149
- Richter & Hirthe 2014c. *Efficacy of drench applications of insecticides to control cabbage whitefly Aleyrodes proletella*. Integrated Protection in Field Vegetables. IOBC-WPRS Bulletin, Volume 107, pp: 151-156
- Rijn, P. van; Belder, E. den; Elderson, J.; Vlaswinkel, M. & van Alebeek, F. 2008. *Perspectives for functional agro biodiversity in Brussels sprouts*. Landscape management for functional biodiversity. IOBC-WPRS Bulletin, Volume: 34, pp: 121-124
- Rijn, van. ; Paul C. J.; Kooijman, J. ; Wackers, F.L. 2013. *The contribution of floral resources and honeydew to the performance of predatory hoverflies (Diptera: Syrphidae)*. Biological Control, Volume: 67, Issue: 1, pp: 32-38
- Saucke, H. ;Schultz, B. ; Wedemeyer, R. ; Liebig, N. Zimmermann, O. & Katz, P. 2011. *Biotechnische Regulierung der Kohlmottenschildlaus in Kohlgemüse – Sachstand und Perspektiven / Biotechnical Control of Cabbage Whitefly in Brassica Vegetables-Current Status and Perspectives*. Gesunde Pflanzen, Volume: 63, Issue 4, pp: 183-189

Schmalstieg & Katz, P. 2008. *Erfahrungen zum Freilandeinsatz von Encarsia tricolor gegen Aleyrodes proletella an Blattkohl / Experiences of the use of Encarsia tricolor in biological control of Aleyrodes proletella on leaf cabbage*. 56. Deutsche Pflanzenschutztagung, Kiel 22-25 September, 2008. Julius Kühn-Inst, Quedlinburg Heft: 417

Schmalstieg, H. ; Kummer, B. ; Arndt, T. & Katz, P. 2010. *Untersuchung zum Einsatz biologischer Pflanzenschutzmaßnahmen mit Encarsia tricolor im Gemüsebau / Evaluation of the efficacy of Encarsia tricolor against cabbage whitefly on vegetable*. Conference: 57. Deutsche Pflanzenschutztagung, Berlin, 6-9 September, 2010. Julius-Kuhn-Archiv, Issue 428, pp: 151

Schultz, B.; Wedemeyer, R.; Zimmermann, O. & Saucke, H. 2010. *Biologische Regulierung der Kohlmottenschildlaus im ökologischen Kohlanbau / Biological control of the cabbage whitefly in organic cabbage*. Conference: 57. Deutsche Pflanzenschutztagung, Berlin, 6-9 September, 2010. Julius-Kuhn-Archiv, Issue 428, pp: 455

Springate, S. & Arnold, S. 2011. *New vice-county records of Clitostethus arcuatus (Rossi) (Col.: Coccinellidae) and a new association with wild cabbage*. British Journal of Entomology and Natural History, Volume 24, Issue 4, pp: 224-225

Springgate, S. & Colvin, J. 2012. *Pyrethroid insecticide resistance in British populations of the cabbage whitefly, Aleyrodes proletella*. Pest management science, Volume 68, Issue 2, pp: 260-267

Springate, S. & Colvin, J. 2013. *Brassicas: integrated management of whitefly (Aleyrodes proletella)*. Final report project FV 406. Agriculture and Horticulture Development Board, tillgänglig: <http://horticulture.ahdb.org.uk/project/brassicas-integrated-management-whitefly-aleyrodes-proletella-4>, hämtad 2016-01-27

Statens Jordbruksverk/Persson, J. 2015a. *Trädgårdsproduktion 2014*. Sveriges officiella statistik statistiska meddelanden JO 33 SM 1501. Jordbruksverket. Tillgänglig: http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/Tradgardsodling/JO33/JO33SM1501/JO33SM1501_ikortadrag.htm, hämtad 2016-03-02

Statens Jordbruksverk/Persson, J. 2015b. *Trädgårdsundersökningen 2014. Kvantiteter och värden avseende 2014 års produktion*. Sveriges officiella statistik statistiska meddelanden JO 28 SM 1501. Jordbruksverket. Tillgänglig: https://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/Tradgardsodling/JO28SM1501/JO28SM1501_kommentarer.htm, hämtad 2016-03-05

Sugiyama, K. ; Katayama, H. & Saito, T. 2011. *Effect of insecticides on the mortalities of three whitefly parasitoid species, Eretmocerus mundus, Eretmocerus eremicus and Encarsia formosa (Hymenoptera: Aphelinidae)*. Applied Entomolgy and zoology, Volume 46, Issue 3, pp: 311-317

Sveriges Entomologiska förening 2005. *Insektskataloger och checklistor*. Tillgänglig: <http://www.sef.nu/insektskataloger-och-checklistor/>, hämtad 2016-03-02

Thompson, K. ; Hodgson, J.G. & Rich, T.C.G. 1995. *Native and alien invasive plants: More of the same?* Ecography, Volume 18, Issue 4, pp: 390-402

Tong-Xian, L. ; Philip, S.A. & Dan, G. 2015. *Whitefly Parasitoids: Distribution, Life History, Bionomics, and Utilization*. Annual Review of Entomology, Volume 60, pp: 273-292

Trdan, S. ; Modic, S. & Bobnar, A. 2003. *The influence of cabbage whitefly (Aleyrodes proletella L., Aleyrodidae) abundance on the yield of Brussels sprouts*. Integrated Protection in Field Vegetable Crops. Bulletin IOBC-WPRS, Volume 26, Issue 3, pp: 265-270

Tölle-Nolting, C. 2015. *Impact of climate change on vegetable pest insects – Aleyrodes proletella as a model organism*. Von der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Gottfried Wilhelm Leibniz universität Hannover zur Erlangung des Grades Doktorin der Naturwissenschaften Dr. rer. nat. genehmigte Dissertation von Diplom-Biologin.

Tölle-Nolting, C. ; Meyhöfer, R. & Poehling, H.M. 2012. *Climate change and plant protection in horticulture: influence of repeated short-time heat-waves on the cabbage whitefly (Aleyrodes proletella)*. Conference: Deutsche Pflanzenschutztagung, Technische Universität Braunschweig, 10-14 September 2012. Julius-Kuhn-Archiv, Issue 438, pp: 438-439

Venette, R.C. & Koch, R.L. 2009. IPM for invasive species. I: Radcliffe, E.B.; Hutchison, W.D. & Cancelado, R.E (red). *Integrated pest management: Concepts, tactics, strategies and case studies*. pp: 424-436

Yarkulov, F.Y. 2008: *The biological fight against whiteflies in the Primor'e Territory*. Zashchita i Karantin Rastenii, Issue: 11, pp: 19-20

Personlig kommunikation

Gertsson, C-A. Biolog och entomolog, Sveriges entomologiska förening, via epost

Hondelmann, P. University of Hannover, via epost

Laurenz, S. PhD Student/Research Associate Entomology, University of Hanover, via epost

Ludwig, M. University of Hannover, via epost

Persson, J. Jordbruksverkets statistikenhet, via epost

Ragnarsson, S. Jordbruksverkets växtskyddscentral, möte 160226 och via e-post

Richter, E, Dr. Chamber of Agriculture North Rhine-Westphalia, via e-post.

Vogler, U. Agroscope Switzerland, via epost

Sundgren, A. Lantbrukarnas Riksförbund, via epost